

TUGAS AKHIR

**Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)
Domestik Komunal Tegalsari Semarang, IPAL Komunal Pedalangan
Semarang, dan IPAL Komunal Podorejo Semarang**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



Prana Sukma Ragawidya

18513176

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

TAHUN 2023

TUGAS AKHIR

Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik IPAL Komunal Tegalsari Semarang, IPAL Komunal Pedalangan Semarang, dan IPAL Komunal Podorejo Semarang

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



Disusun oleh:
Prana Sukma Ragawidya
18513176

Disetujui,

Dosen Pembimbing I


Dr. Eng. Awaluddin Narmazanto, S.T., M.Eng.

NIP 095130403

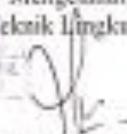
Tanggal:

Dosen Pembimbing II


Noviani Ima Wanlopatri, S.T., M.T.

NIP 195130102

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Awy Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

NIP 045130401

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik IPAL
Komunal Tegalsari Semarang, IPAL Komunal Pedalangan Semarang, dan IPAL
Komunal Podorejo Semarang

Hari: Senin

Tanggal: 03 April 2023

Disusun Oleh:

PRANA SUKMA RAGAWIDYA
18513176

Tim Penguji:

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. ()

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. ()

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. ()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelas akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulisa dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 27 Februari 2023

Yang membuat pernyataan



Prana Sukma Ragawidya

NIM: 18513176

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

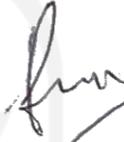
Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Komunal Tegalsari Semarang, IPAL Komunal Pedalangan Semarang, dan IPAL Komunal Podorejo Semarang”. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa Program S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam menyelesaikan laporan ini, penulis mendapat dukungan, semangat, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Allah Yang Maha Esa
2. Keluarga saya tercinta yang senantiasa mendukung dan mendoakan untuk menyelesaikan kuliah.
3. Kepada dosen pembimbing Tugas akhir Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. dan Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. serta dosen penguji Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. atas segala waktu dan kesempatan yang diberikan serta saran dan masukan kepada penulis.
4. Dika, Luqman, Farid, Anja, dan Fikri yang telah memberikan bantuan dan menemani untuk *survey*, pengurusan izin penelitian, pengambilan data, dan pembuatan peta Tugas Akhir ini.
5. Ghulam, Ridwan, dan Farid yang sudah memperkenankan kamar kostnya untuk tempat istirahat saat di Jogja.
6. Izaz yang sudah membantu dalam pembuatan gambar desain serta selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia khususnya Angkatan 2018 yang telah membantu banyak hal dalam menyelesaikan laporan ini.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama kuliah di Teknik Lingkungan, UII.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis juga meminta maaf kepada pihak-pihak yang telah tersinggung baik secara langsung maupun tidak langsung dikarenakan ada kata-kata atau tindakan yang tidak berkenan.

Yogyakarta, 3 Maret 2023



Prana Sukma Ragawidya



ABSTRAK

Prana Sukma Ragawidya. *Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Komunal Tegalsari Semarang, IPAL Komunal Pedalangan Semarang, dan IPAL Komunal Podorejo Semarang*. Dibimbing oleh Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng dan Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Hingga tahun 2018 di Indonesia, rumah tangga dengan akses sanitasi layak mencapai 74,58%, termasuk akses sanitasi aman yang mencapai 7,42%. Masih memiliki gap 7,58% untuk mencapai target akses sanitasi yang aman sebesar 15% pada tahun 2024. Sejak tahun 2005, Kota Semarang telah membangun fasilitas pelayanan Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL) komunal di beberapa permukiman. Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL) komunal yang sudah dibangun di kota Semarang berjumlah 197 unit. Penilaian tingkat keberlanjutan IPAL merupakan hal yang penting dilakukan untuk mengidentifikasi kelebihan serta kekurangan dari IPAL tersebut. Dari kelebihan dan kekurangan yang telah diidentifikasi, pengelola IPAL dapat mengevaluasi terkait kondisi IPAL agar memenuhi aspek keberlanjutan yang membuat IPAL tersebut dapat berfungsi dengan baik untuk waktu yang lama. Tujuan dari penelitian ini adalah merumuskan instrument penilaian tingkat keberlanjutan (aspek dan variable penilaian), melakukan evaluasi aspek ekonomi, sosial, kelembagaan, lingkungan dan teknis IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo, dan melakukan evaluasi keberlanjutan dengan menggunakan metode *Sustainability Index* pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Instrumen yang dirumuskan dalam penelitian ini menggunakan kuesioner yang diberikan kepada pengelola dan pengguna yang sebelumnya telah divalidasi oleh dosen pembimbing tugas akhir. IPAL Komunal Tegalsari memiliki nilai persentase indeks keberlanjutan aspek ekonomi 67%, aspek lingkungan 85%, aspek sosial 59%, aspek lembaga 78%, dan aspek teknis 68%. IPAL Komunal Pedalangan memiliki nilai persentase indeks keberlanjutan aspek ekonomi 69%, aspek lingkungan, 75%, aspek sosial 73%, aspek lembaga 75%, dan aspek teknis 53%. IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai persentase indeks keberlanjutan aspek ekonomi 60%, aspek lingkungan 65%, aspek sosial 52%, aspek lembaga 71%, dan aspek teknis 60%. Nilai tingkat keberlanjutan IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo secara berurutan yaitu 71%, 69%, dan 62%.

Kata Kunci: Evaluasi Keberlanjutan, Instalasi pengolahan air limbah, IPAL Komunal Tegalsari, IPAL Komunal Pedalangan, IPAL Komunal Podorejo

ABSTRACT

Prana Sukma Ragawidya. *Assessment of the Level of Sustainability of the Tegalsari Semarang Communal Domestic Wastewater Treatment Plant (WWTP), Semarang Communal Pedalangan WWTP, and Semarang Podorejo Communal WWTP*. Supervised by Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng and Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Until 2018 in Indonesia, households with access to proper sanitation reached 74.58%, including access to safe sanitation which reached 7.42%. There is still a 7.58% gap to achieve the target of 15% safe sanitation access in 2024. Since 2005, Semarang City has built communal Wastewater Treatment System (SPAL) service facilities in several settlements. Communal Wastewater Treatment Systems (SPAL) that have been built in the city of Semarang amount to 197 units. Assessment of the WWTP sustainability level is an important thing to do to identify the advantages and disadvantages of the WWTP. From the advantages and disadvantages that have been identified, the WWTP manager can evaluate the condition of the WWTP so that it meets the sustainability aspects that make the WWTP function properly for a long time. The purpose of this study is to formulate an assessment instrument for the level of sustainability (aspects and assessment variables), to evaluate the economic, social, institutional, environmental and technical aspects of the Tegalsari, Pedalangan, and Podorejo Communal WWTPs, and to evaluate sustainability using the Sustainability Index method at the Tegalsari, Pedalangan, and Podorejo Communal WWTPs. The instrument formulated in this study used a questionnaire given to administrators and users who had previously been validated by the final assignment supervisor. The Tegalsari Communal WWTP has a sustainability index percentage value of 67% for economic aspects, 85% for environmental aspects, 59% for social aspects, 78% for institutional aspects and 68% for technical aspects. The Pedalangan Communal WWTP has a sustainability index percentage value of 69% for the economic aspect, 75% for the environmental aspect, 73% for the social aspect, 75% for the institutional aspect and 53% for the technical aspect. The Podorejo Communal WWTP has a sustainability index percentage value of 60% for economic aspects, 65% for environmental aspects, 52% for social aspects, 71% for institutional aspects and 60% for technical aspects. The value of the level of sustainability of the Tegalsari Communal WWTP, Pedalangan, and Podorejo respectively are 71%, 69%, and 62%.

Keywords: Sustainability Evaluation, Wastewater Treatment Installation, Tegalsari Communal WWTP, Pedalangan Communal WWTP, Podorejo Communal WWTP

DAFTAR ISI

JUDUL TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL Domestik).....	5
2.2 Evaluasi Sustainability	7
2.3 Indeks Keberlanjutan.....	9
2.4 Penelitian Terdahulu	10
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Variabel Penelitian	15
3.3 Data Input.....	16
3.4 Teknis Pengumpulan Data	19
3.5 Teknis Analisa Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Gambaran Umum IPAL Komunal	25
4.2. Kondisi IPAL	26
4.3. Instrumen Penelitian.....	41
4.4. Evaluasi Keberlanjutan	46
4.5. Status Tingkat Keberlanjutan IPAL Komunal	57
4.6. Perbandingan Tingkat Keberlanjutan IPAL Komunal	64
4.7. Analisis Keberlanjutan IPAL Komunal	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78

5.1. Kesimpulan.....	78
5.2. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN.....	84



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Indeks Keberlanjutan.....	10
Tabel 2.2. Daftar Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 3.1. Variabel Penelitian.....	15
Tabel 3.2. Data Input	16
Tabel 3.3. Pengumpulan Data.....	19
Tabel 3.4. Penilaian Status Keberlanjutan	21
Tabel 3.5. Klasifikasi Indeks Keberlanjutan.....	23
Tabel 4.1. HRT Unit Pengolahan IPAL Komunal Tegalsari.....	30
Tabel 4.2. HRT Unit Pengolahan IPAL Komunal Pedalangan	34
Tabel 4.3. HRT Unit Pengolahan IPAL Komunal Podorejo	39
Tabel 4.4. Indikator Penilaian Indeks Keberlanjutan.....	42
Tabel 4.5. Hasil Faktor Iuran	46
Tabel 4.6. Faktor Biaya Operasional	47
Tabel 4.7. Hasil Faktor Teknologi Pengolahan	48
Tabel 4.8. Hasil Effluent IPAL Komunal	49
Tabel 4.9. Hasil Faktor Energi.....	50
Tabel 4.10. Hasil Faktor Keterlibatan Sosial.....	51
Tabel 4.11. Hasil Faktor Kesadaran Sosial.....	51
Tabel 4.12. Hasil Faktor Kepengelolaan IPAL.....	52
Tabel 4.13. Hasil Faktor Kepuasan Pengguna.....	54
Tabel 4.14. Hasil Faktor Desain dan Penerapan Infrastruktur Distribusi.....	54
Tabel 4.15. Hasil Faktor Perawatan Teknologi	56
Tabel 4.16. Rekapitulasi Hasil <i>Scoring</i> IPAL Komunal Tegalsari.....	57
Tabel 4.17. Rekapitulasi Hasil <i>Scoring</i> IPAL Komunal Pedalangan	59
Tabel 4.18. Rekapitulasi Hasil <i>Scoring</i> IPAL Komunal Podorejo	61
Tabel 4.19. Hasil <i>Scoring</i> Perbandingan Status Keberlanjutan pada IPAL Komunal.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2. Penentuan Indeks Keberlanjutan.....	22
Gambar 3.3. Contoh Pemetaan Indeks Keberlanjutan Menggunakan Grafik Radar/ <i>Spider</i> ..	24
Gambar 4.1. Diagram Alir IPAL Komunal	25
Gambar 4.2. Peta Pelayanan IPAL Komunal Tegalsari.....	26
Gambar 4.3. Detail Sambungan Rumah IPAL Komunal Tegalsari.....	27
Gambar 4.4. DED Tampak Atas IPAL Komunal Tegalsari	28
Gambar 4.5. Inlet IPAL Komunal Tegalsari.....	28
Gambar 4.6. Outlet IPAL Komunal Tegalsari	29
Gambar 4.7. Peta Pelayanan IPAL Komunal Pedalangan	31
Gambar 4.8. Detail Sambungan Rumah IPAL Komunal Pedalangan	32
Gambar 4.9. DED Tampak Atas IPAL Komunal Pedalangan.....	32
Gambar 4.10. Inlet IPAL Komunal Pedalangan	33
Gambar 4.11. Outlet IPAL Komunal Pedalangan	33
Gambar 4.12. Peta Pelayanan IPAL Komunal Podorejo	35
Gambar 4.13. Detail Sambungan Rumah IPAL Komunal Podorejo	36
Gambar 4.14. DED Tampak Atas IPAL Komunal Podorejo.....	37
Gambar 4.15. Inlet IPAL Komunal Podorejo	37
Gambar 4.16. Outlet IPAL Komunal Podorejo	38
Gambar 4.17. Perbandingan HRT Unit Bak Settler IPAL Komunal dengan Kriteria Desain	40
Gambar 4.18. Perbandingan HRT Unit ABR IPAL Komunal dengan Kriteria Desain	41
Gambar 4.19. Perbandingan HRT Unit AF IPAL Komunal dengan Kriteria Desain.....	41
Gambar 4.20. Struktur Pengelolaan IPAL Komunal Tegalsari	53
Gambar 4.21. Struktur Pengelolaan IPAL Komunal Pedalangan.....	53
Gambar 4.22. Struktur Pengelolaan IPAL Komunal Podorejo.....	53
Gambar 4.23. Pemetaan <i>Scoring</i> IPAL Komunal Tegalsari	59
Gambar 4.24. Pemetaan <i>Scoring</i> IPAL Komunal Pedalangan	61
Gambar 4.25. Pemetaan <i>Scoring</i> IPAL Komunal Podorejo	63
Gambar 4.26. Pemetaan Perbandingan Hasil <i>Scoring</i> IPAL Komunal	64

Gambar 4.27. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Ekonomi IPAL Komunal	64
Gambar 4.28. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Lingkungan IPAL Komunal.....	66
Gambar 4.29. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Sosial IPAL Komunal ..	67
Gambar 4.30. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Lembaga IPAL Komunal	68
Gambar 4.31. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Teknis IPAL Komunal .	69
Gambar 4.32. Rekapitulasi Perbandingan Aspek pada IPAL Komunal	72



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Kuesioner untuk pengguna IPAL.....	85
LAMPIRAN 2. Kuesioner untuk pengelola IPAL.....	86
LAMPIRAN 3. Rekapitulasi Perhitungan IPAL Komunal Tegalsari.....	88
LAMPIRAN 4. Rekapitulasi Perhitungan IPAL Komunal Pedalangan	90
LAMPIRAN 5. Rekapitulasi Perhitungan IPAL Komunal Podorejo	92
LAMPIRAN 6. Laporan Analisis Air Limbah	94
LAMPIRAN 7. Data IPAL	98
LAMPIRAN 8. Dokumentasi	102



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hingga tahun 2018 di Indonesia, rumah tangga dengan akses sanitasi layak mencapai 74,58%, termasuk akses sanitasi aman yang mencapai 7,42%. Selain itu, 9,36% rumah tangga masih melakukan buang air besar sembarangan. Masih memiliki gap 7,58% untuk mencapai target akses sanitasi yang aman sebesar 15% pada tahun 2024 (Perpres No 18, 2020). Tiga jenis sanitasi antara lain perpipaan langsung dari rumah/komunal, MCK (Mandi, Cuci, Kakus) plus, dan kombinasi keduanya (Ekemeviane et al., 2016).

Air limbah yang dibuang langsung ke badan air dan tidak diolah terlebih dahulu dapat mencemari lingkungan (Nilandita et al., 2019). Air limbah harus diolah terlebih dahulu untuk mengurangi pencemaran air limbah sebelum dibuang ke badan air. Pengoperasian IPAL bertujuan untuk mengurangi kadar bahan pencemar organik dan non organik yang terkandung dalam air limbah serta mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah rumah tangga. Keberadaan IPAL komunal tentunya berdampak positif bagi peningkatan kebersihan lingkungan (Lubis et al., 2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pengolahan air limbah untuk menghasilkan sistem pengolahan air limbah yang stabil dan konsisten yaitu meliputi karakteristik influen air limbah, konsumsi air, kapasitas pengolahan, bahan konstruksi, dan manajemennya (Hastuti et al., 2014).

Pembangunan infrastruktur sanitasi seperti IPAL tidak hanya tentang membangun secara fisik, tetapi juga tentang keberlanjutan sarana tersebut (Nilandita et al., 2019). Untuk dapat mempertahankan kondisi ideal dari suatu IPAL agar dapat bertahan untuk waktu yang lama, diperlukan aspek keberlanjutan dari IPAL tersebut. Keberlanjutan IPAL itu sangat penting, agar bangunan IPAL tersebut tidak terbengkalai dan masih berfungsi serta bisa digunakan dengan baik.

Penilaian tingkat keberlanjutan IPAL merupakan hal yang penting dilakukan untuk mengidentifikasi kelebihan serta kekurangan dari IPAL tersebut. Dari kelebihan dan kekurangan yang telah diidentifikasi, pengelola IPAL dapat mengevaluasi terkait kondisi IPAL agar memenuhi aspek keberlanjutan yang membuat IPAL tersebut dapat berfungsi dengan baik untuk waktu yang lama.

Sejak tahun 2005, Kota Semarang telah membangun fasilitas pelayanan Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL) komunal di beberapa permukiman. Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL) komunal yang sudah dibangun di kota Semarang berjumlah 197 unit (*Portal Satu Data Indonesia Tingkat Kota Semarang, 2022*). Sarana yang telah dibangun harus mendapat pengelolaan yang baik dari segi pengoperasian dan pemeliharaannya agar kinerjanya dapat optimal dalam mengolah limbah domestik masyarakat (Astika et al., 2017). Beberapa IPAL Komunal yang terdapat di Kota Semarang diantaranya yaitu IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Dari latar belakang diatas peneliti ingin mengkaji keberlanjutan dari IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo di Kota Semarang dari aspek teknis, aspek kelembagaan, aspek partisipasi masyarakat, aspek lingkungan dan strategi untuk mempertahankan keberlanjutan IPAL.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menyusun *instrument* tingkat keberlanjutan IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo?
2. Bagaimana evaluasi aspek ekonomi, sosial, kelembagaan, lingkungan dan teknis IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo?
3. Bagaimana evaluasi keberlanjutan dengan menggunakan metode *Sustainability Index* pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merumuskan instrument penilaian tingkat keberlanjutan (aspek dan variable penilaian).
2. Melakukan evaluasi aspek ekonomi, sosial, kelembagaan, lingkungan dan teknis IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo.
3. Melakukan evaluasi keberlanjutan dengan menggunakan metode *Sustainability Index* pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memperluas pengetahuan penulis tentang ilmu teknik lingkungan yang berkaitan dengan evaluasi keberlanjutan pada IPAL.
2. Mengetahui evaluasi keberlanjutan pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo
3. Menjadi referensi untuk peneliti berikutnya yang relevan.
4. Memberikan informasi bagi pengelola IPAL mengenai evaluasi keberlanjutan pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Sehingga dapat mempermudah dalam mengambil keputusan untuk meningkatkan kinerja IPAL.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Data input primer penelitian berupa data kondisi eksisting dan hasil dari kuesioner yang dibuat melalui validasi dengan ahli atau dosen pembimbing, antara lain data iuran, biaya operasional, teknologi pengolahan, energi, keterlibatan sosial, kesadaran sosial, kepengelolaan IPAL, kepuasan pengguna, desain dan penerapan infrastruktur distribusi, dan perawatan teknologi IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo.
2. Data input sekunder penelitian berupa data yang berasal dari data IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo.
3. Sampling air dilakukan di *effluent* IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo. Kualitas air *effluent* IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo akan dilakukan analisis terkait parameter BOD, COD, dan TSS.
4. Survei kuesioner yang dilakukan hanya di sekitar IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Jadi masyarakat yang diberi kuesioner hanya yang di sekitar IPAL Komunal.
5. Aspek ekonomi, lingkungan, sosial, lembaga, dan teknis yang dinilai diambil dari studi literatur dan diskusi ahli.
6. Analisis keberlanjutan IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo menggunakan metode *Sustainability Index*.

7. Data pelengkap lain yang dibutuhkan diperoleh melalui buku, jurnal, arsip, laporan, dan lain-lain.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL Domestik)

Limbah cair merupakan bahan pencemar yang berbentuk cair. Air limbah adalah air yang membawa limbah (limbah) dari rumah tangga, bisnis, dan industri, yaitu campuran air dan padatan terlarut atau tersuspensi. Limbah cair dapat didefinisikan sebagai limbah yang dihasilkan oleh kegiatan yang secara fisik berwujud cair, yang kandungannya terutama air dan bahan pencemar lainnya, atau bahan cair lainnya (bukan air), seperti minyak, limbah minyak, dan senyawa sisa (Fitria et al., 2008).

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016, yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air buangan hasil dari kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perdagangan, apartemen, dan asrama (Anwariani, 2019). Air limbah domestik terdiri dari 3 bagian penting:

1. Tinja (*faeces*), berpotensi mengandung mikroba patogen
2. Air seni (*urine*), umumnya mengandung nitrogen dan fosfor, serta kemungkinan kecil mikroorganisme
3. *Grey Water* adalah air bekas cucian dapur, mesin cuci dan kamar mandi.

Campuran feses dan urin disebut *excreta*, sedangkan campuran *excreta* dengan air bilasan toilet disebut *black water* (Mubin et al., 2016).

Pengolahan air limbah meliputi pengolahan fisika, pengolahan kimia dan pengolahan biologis. Pengolahan fisika air limbah yang mengandung bahan buangan, dapat langsung dipisahkan secara mekanis. Pengolahan kimia adalah proses mengubah, menguraikan atau memisahkan bahan yang tidak diinginkan karena mekanisme reaksi kimia. Proses pengolahan air limbah secara biologis menggunakan aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, alga, protozoa, dan sebagainya untuk menguraikan atau mengubah senyawa organik di dalam air menjadi zat yang lebih sederhana atau stabil (Sani, 2006).

Tujuan dari pengolahan air limbah adalah untuk menetralkan dari bahan tersuspensi dan mengambang, menguraikan bahan organik yang dapat terurai, meminimalkan bakteri patogen, dan fokus memerhatikan lingkungan. Pengolahan air limbah dapat dilakukan menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pengolahan tersebut dibagi menjadi tiga tahap:

Primary Treatment (pengolahan pertama), *Secondary Treatment* (pengolahan kedua), dan *Tertiary Treatment* (pengolahan lanjutan) (Tahiyah, 2017).

Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal yang selanjutnya disingkat IPAL Komunal adalah sistem pengolahan air limbah terpusat yang berupa bangunan yang digunakan untuk mengolah air limbah domestik (digunakan oleh sekelompok rumah tangga) sehingga lebih aman bila dibuang ke lingkungan, sesuai dengan baku mutu lingkungan (Karyadi, 2010). IPAL Komunal adalah tempat pengolahan air limbah domestik skala besar yang digunakan bersama oleh beberapa rumah tangga. Pemanfaatan IPAL Komunal ini dapat membantu kota menjadi kota yang sehat melalui pengelolaan air limbah domestik yang baik, melindungi kesehatan masyarakat, melindungi dan meningkatkan kualitas air tanah dan air permukaan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan pelestarian lingkungan yang efisien (Aly et al., 2015).

2.1.1. IPAL Komunal Tegalsari Kecamatan Candisari

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Domestik Tegalsari terletak di RT 1/RW 9, Kelurahan Tegalsari, Kecamatan Candisari, Kota Semarang. IPAL dibangun pada tahun 2013. Bangunan IPAL dibangun di bawah tanah lahan kosong yang sekarang dipakai sebagai tempat parkir. Cakupan pelayanan IPAL Komunal Tegalsari sebanyak 5 RT.

Teknologi pengolahan dilakukan dengan menggunakan sistem Anaerob dengan total dari bak pengolahan IPAL yaitu 11 bak. Berdasarkan dari wawancara dengan pengelola IPAL, terdapat 70 Sambungan Rumah (SR) sebagai pengguna IPAL Komunal Podorejo dengan kapasitas IPAL 70 Sambungan Rumah (SR).

2.1.2. IPAL Komunal Pedalangan Kecamatan Banyumanik

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Pedalangan terletak di RT 3/RW 4, Kelurahan Pedalangan, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang. IPAL dibangun pada tahun 2013 dengan tipe kombinasi/*mix*, yaitu kombinasi dari tipe MCK dan *Shallow Sewerage*. MCK memiliki 4 kamar mandi yang semuanya dilengkapi dengan toilet dan juga terdapat kran air untuk kegiatan mencuci. Adapun bangunan IPAL dibangun di bawah tanah, atau lebih tepatnya dibangun di bawah jalan warga (Astika et al., 2017).

Terdiri dari 2 Bak Settler berukuran 2 m x 2,5 m x 2 m dan 2 m x 1,2 m x 2 m, 4 bak *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) berukuran 2 m x 1 m x 2 m, 3 Bak *Anaerobic Filter* (AF) berukuran 2 m x 2 m x 2 m. Berdasarkan buku Rencana Pembangunan IPAL USRI, terdapat 219 pengguna IPAL (Ekemeviane et al., 2016).

2.1.3. IPAL Komunal Podorejo Kecamatan Ngaliyan

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Domestik Podorejo terletak di RT 3/RW 3, Kelurahan Podorejo, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. IPAL dibangun pada tahun 2013. Bangunan IPAL dibangun di bawah tanah lahan kosong sebelah jalan umum. Cakupan pelayanan IPAL Komunal Podorejo sebanyak 3 RT.

Teknologi pengolahan dilakukan dengan menggunakan sistem Anaerob dengan total dari bak pengolahan IPAL yaitu 10 bak pengolahan. Berdasarkan dari wawancara dengan pengelola IPAL, terdapat 90 Sambungan Rumah (SR) sebagai pengguna IPAL Komunal Podorejo dengan kapasitas IPAL 50 – 70 Sambungan Rumah (SR) saat perencanaan.

2.2 Evaluasi Sustainability

Sustainability (keberlanjutan) merupakan keseimbangan antara *people-planet-profit* yang dikenal dengan konsep *Triple Bottom Line* (TBL). *Sustainability* terletak pada pertemuan antara tiga aspek, *people* (sosial); *planet* (lingkungan); dan *profit* (ekonomi) (Susanto & Tarigan, 2013). Keberlanjutan fasilitas itu penting, bangunan tidak bisa diabaikan dan menjadi MCK (Monumen Cipta Karya). Keberlanjutan harus dilihat secara keseluruhan dari aspek teknologi, aspek ekonomi dan aspek sosial (partisipasi masyarakat) dan kelembagaan (Nilandita et al., 2019). Keberlanjutan proses air limbah saat ini mengharuskan kita untuk mengelola air limbah secara berbeda. Sejauh ini, prosesnya berfokus pada hasil akhir, namun kedepannya akan berubah menjadi optimalisasi sumber daya, biaya, dan teknologi (Lubis et al., 2021).

Infrastruktur adalah investasi jangka panjang, sehingga negara harus jelas sejak awal tentang manfaat dan implikasi pembangunannya. Perencanaan dan penilaian yang tidak tepat tentang infrastruktur dapat menyebabkan situasi yang mengganggu tidak hanya di tingkat nasional, tetapi juga di tingkat lokal (Purwohedi et al., 2018). Selain membuang air limbah yang telah diolah langsung ke sungai, proses pengolahan biasanya mengkonsumsi sejumlah besar reagen kimia, energi, dan air serta menghasilkan gas rumah kaca (GRK) dan lumpur limbah. Oleh karena itu, karena berbagai proses pengolahan air limbah terjadi, perlu untuk mengevaluasi secara komprehensif dampak lingkungan dari teknologi ini dan mengoptimalkan strategi dan protokol operasional untuk mengurangi dampak lingkungan (Chen et al., 2020).

Dalam penilaian evaluasi *sustainability* terdapat beberapa aspek-aspek yang perlu diperhatikan. Pada beberapa penelitian terdahulu, aspek-aspek yang digunakan yaitu:

1. Pada penelitian Nilandita et al., (2019) aspek yang digunakan yaitu aspek teknis, partisipasi masyarakat, kelembagaan, dan ekonomi.
2. Pada penelitian Lubis et al., (2021) aspek yang digunakan yaitu aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial budaya.
3. Pada penelitian Maliga et al., (2021) aspek yang digunakan yaitu aspek ekonomi, ekologi, sosial, dan teknis.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan aspek-aspek berdasarkan kajian literatur dan validasi ahli, yaitu antara lain:

- Aspek keberlanjutan ekonomi:
Keberlanjutan ekonomi dapat didefinisikan sebagai penggunaan strategi untuk memanfaatkan sumber daya secara optimal untuk mencapai keseimbangan jangka panjang antara akuntabilitas dan keuntungan. Keberlanjutan berfokus terutama pada kesejahteraan sosial melalui alokasi dan distribusi sumber daya yang optimal untuk memenuhi kebutuhan manusia. Faktor ekonomi juga menentukan teknologi pengelolaan air limbah yang digunakan. Secara keseluruhan, pendekatan berkelanjutan secara ekonomi mencakup sumber daya yang terkait dengan nilai sosial dan lingkungan (Lubis et al., 2021).
- Aspek keberlanjutan lingkungan:
Keberlanjutan lingkungan mengacu pada kemampuan lingkungan untuk mendukung kebutuhan manusia saat ini dan masa depan. Keberadaan lingkungan alam harus dijaga untuk mendukung pembangunan dengan menyediakan sumber daya dan mengurangi emisi seefisien mungkin. Aspek ini bertujuan untuk menjaga kelestarian lingkungan dalam jangka panjang dan efisiensi penggunaan sumber daya lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan regulasi untuk mengatur pemanfaatan sumber daya alam (Lubis et al., 2021).
- Aspek sosial dan budaya:
Meskipun aspek sosial budaya sulit diukur, namun air limbah memiliki kontak langsung dengan masyarakat dan berperan penting dalam penerapan teknologi yang digunakan untuk pengelolaan air limbah. Tujuan keberlanjutan sosial budaya adalah untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik secara spiritual maupun budaya. Akibatnya, moralitas dan hubungan masyarakat dapat terjalin dengan

baik. Selain itu hal tersebut dapat membangun hubungan antar manusia, kebutuhan interaksi sosial, dan pengembangan diri (Lubis et al., 2021).

- Aspek keberlanjutan kelembagaan:

Kelembagaan di tingkat lokal yang didukung dengan komitmen dan kebijakan pemerintah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan sistem yang berkelanjutan dalam mengelola sistem pengelolaan air limbah (Parkinson & Tayler, 2003). Faktor sumber daya manusia baik berupa motivasi maupun kapasitas masyarakat mempengaruhi efektifitas penggunaan sistem pengolahan air limbah, sehingga upaya peningkatan kapasitas tersebut menjadi penting (Massoud et al., 2010). Menurut (Prisanto, Yanuwadi, & Soemarno, 2015), aspek kelembagaan dilihat dari nilai struktur kelembagaan, tugas dan tanggungjawab pengurus KSM/Kelompok pengelola IPAL domestik komunal, operator, pengguna, pertemuan rutin, dan inovasi kelembagaan.

- Aspek teknis:

Menurut (Saputri et al., 2021), kriteria untuk menilai aspek teknis terdiri dari desain IPAL, komponen IPAL, layout, kapasitas terpasang, dan beban air limbah. Menurut (Kuriawan et al., 2013) beberapa pertimbangan saat memilih teknologi pengolahan air limbah:

- b. Kualitas dan kuantitas air limbah yang akan diolah
- c. Kemudahan pengoperasian dan ketersediaan personel yang memenuhi syarat untuk pengoperasian jenis IPAL terpilih
- d. Jumlah akumulasi lumpur
- e. Kebutuhan dan ketersediaan lahan
- f. Biaya operasional
- g. Kualitas hasil olahan yang diharapkan
- h. Kebutuhan energi

Perlu penguatan penanganan teknis dan membuatnya lebih mandiri dalam proses pengoperasian oleh masyarakat, karena dapat menimbulkan akibat yang tidak diinginkan terhadap kualitas keluaran IPAL jika tidak dikelola secara teratur (Hafidh et al., 2016).

2.3 Indeks Keberlanjutan

Berdasarkan penelitian (Maliga et al., 2021), indeks keberlanjutan menggunakan nilai

indeks rata-rata dalam persentase sebagai berikut:

$$\text{Nilai indikator} = \frac{\sum \text{Nilai aktual indikator}}{\sum \text{Nilai maksimal indikator}} \times 100\%$$

Untuk mendapatkan indeks keberlanjutan:

1. Skor untuk satu tema dirata-rata berdasarkan aspek-aspek yang diperhatikan.
2. Menghitung indeks keberlanjutan dengan menghitung nilai rata-rata setiap aspek.

Pembagian interval yang mewakili status indeks keberlanjutan dapat dilihat pada Tabel 2.1. (Widya Rochmah et al., 2021):

Tabel 2.1. Klasifikasi Indeks Keberlanjutan

Kategori	Status keberlanjutan
0% – 25%	Buruk (tidak berkelanjutan)
26% – 50%	Kurang (kurang berkelanjutan)
51% – 75%	Cukup (cukup berkelanjutan)
76% – 100%	Baik (berkelanjutan)

Sumber: (Widya Rochmah et al., 2021)

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah penelitian yang telah dilakukan untuk meneliti studi keberlanjutan. Penelitian terdahulu diambil dari berbagai referensi dan literatur. Penelitian terdahulu dapat dijadikan sebagai acuan yang akan dibuat oleh peneliti mengenai aspek dan variabel penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2.2. Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Widya Nilandita, Arqowi Pribadi, Sulistiya Nengse, Shinfi Wazna Auvaria,	2019	Studi Keberlanjutan IPAL Komunal di Kota Surabaya (Studi Kasus di RT 02 RW 12 Kelurahan Bendul Merisi Kota Surabaya)	Keberlanjutan IPAL komunal di RT2 RW 12 Kelurahan Bendul Merisi Kecamatan Wonocolo Kota Surabaya dinilai dari beberapa aspek, yaitu antara lain aspek teknis,

	Dyah Ratri Nurmaningsih			partisipasi masyarakat, kelembagaan dan aspek ekonomi. Status keberlanjutan IPAL komunal di RT2 RW 12 Kelurahan Bendul Merisi Kecamatan Wonocolo Kota Surabaya masuk dalam kategori cukup berkelanjutan (63,85%).
2	Lunariana Lubis, Agus Wahyudi, Deasy Arieffiani	2021	The Management of Sustainable Communal IPAL in Simokerto Sub-District, Surabaya	Keberlanjutan IPAL komunal di RT 01 RW 01 Kecamatan Simokerto dinilai dari aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial budaya. Dari aspek sosial budaya, kondisi komponen IPAL komunal kurang diuntungkan karena kegiatan pemeliharaan yang tidak rutin. Peneliti memberikan saran untuk pengguna IPAL komunal dapat diberikan edukasi kepada masyarakat. Tujuannya untuk memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang manfaat teknologi IPAL komunal.
3	Ridwan Hafidh, Fibriliana Kartika, Aulia Ulfah Farahdiba	2016	Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPAL) Berbasis Masyarakat, Gunung Kidul, Yogyakarta	Hasil pengolahan dari IPAL Komunal SANIMAS yang didirikan oleh Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam keadaan baik. Namun perlu

				<p>adanya sosialisasi lebih lanjut terkait kebiasaan membuang sampah rumah tangga.</p> <p>Pengoperasian IPAL yang dikelola dan terprogram secara mandiri merupakan salah satu bentuk keberhasilan keberlanjutan sanitasi. Oleh karena itu, untuk mencapai kualitas lingkungan yang baik perlu dilakukan penguatan pemberdayaan masyarakat.</p>
4	Setyowati Wening Tyas	2017	Analisis Penilaian Keberlanjutan Sistem Pengolahan Air Limbah Puskemas Piyungan Kabupaten Bantul	<p>Hasil penilaian menjelaskan bahwa ada empat kriteria dengan skor penilaian tertinggi: tenaga kerja, kadar deterjen dari effluent IPAL, kadar BOD dari effluent IPAL, dan penerimaan masyarakat. Selain itu, ada dua kriteria dengan nilai skor terendah yaitu kadar fosfat (indikator lingkungan) dari effluent IPAL dan partisipasi masyarakat dari indikator sosial budaya. Jika disesuaikan dengan interval kategori IPAL, nilai sebesar 73,3% yang telah didapatkan dari hasil kriteria IPAL Puskemas menunjukkan bahwa IPAL Puskemas Piyungan masuk dalam kategori IPAL berkelanjutan.</p>

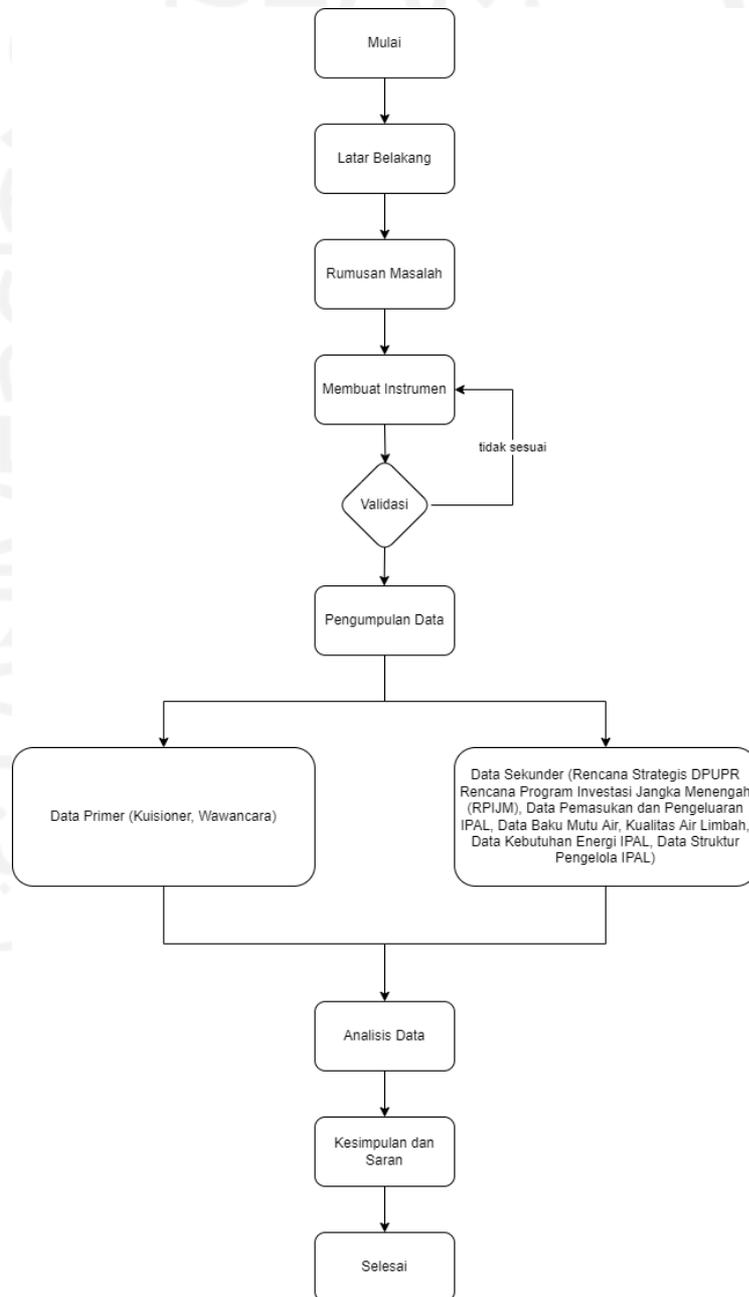
5	Iga Maliga, Chay Asdak, Efan Yudha Winata	2021	Analisis Keberlanjutan Pengendalian Pencemaran Air Limbah Domestik <i>Greywater</i> Menggunakan Teknologi Lahan Basah Buatan	<p>Nilai keberlanjutan proses pengelolaan air limbah domestik secara keseluruhan yang dilakukan di kantor PUSAIR Bandung adalah 65,2% yang tergolong cukup berkelanjutan. Dengan nilai aspek ekonomi 62,5%; aspek ekologi 75%; aspek sosial 33,3%; dan aspek teknis 90%. Dengan demikian, metode pengelolaan air limbah domestik dengan menggunakan teknologi lahan basah buatan diharapkan dapat menjadi metode alternatif untuk mengelola pencemaran air limbah domestik.</p>
---	--	------	--	---

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alur berfungsi untuk memahami langkah-langkah kegiatan yang dilakukan selama proses penelitian. Dapat dilihat pada Gambar 3.1. merupakan diagram alir penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini, variabel yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Variabel Penelitian

No	Aspek	Faktor	Kode	Sub-faktor
1	Ekonomi	Iuran	A1	Keberadaan iuran masyarakat (Nilandita et al., 2019)
			A2	Keterjangkauan iuran (Hafidh et al., 2016)
		Biaya Operasional	A3	Kesusaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan (Lubis et al., 2021)
			A4	Keberadaan biaya pengembangan (Pratomo, 2022)
2	Lingkungan	Teknologi Pengolahan	B1	Ketaatan terhadap Baku Mutu Lingkungan (BML) (Lubis et al., 2021)
			B2	Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R) (Maliga et al., 2021)
		Energi	B3	Penggunaan listrik dalam pengolahan (Pratomo, 2022)
3	Sosial	Keterlibatan Sosial	C1	Partisipasi masyarakat (Nilandita et al., 2019)
		Kesadaran Sosial	C2	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kegiatan sosial (Maliga et al., 2021)
			C3	Pemahaman fungsi IPAL

				(Pratomo, 2022)
			C4	Keinginan berkontribusi terhadap IPAL (Nilandita et al., 2019)
4	Lembaga	Kepengelolaan IPAL	D1	Keberadaan struktur pengelolaan (Pratomo, 2022)
			D2	Kinerja pengelola (Nilandita et al., 2019)
		Kepuasan Pengguna	D3	Kepuasan pengguna (Pratomo, 2022)
			D4	Tanggap menghadapi pengaduan (Pratomo, 2022)
5	Teknis	Desain dan penerapan infrastruktur distribusi	E1	Kinerja unit pengolahan (Maliga et al., 2021)
			E2	Kondisi sambungan IPAL (Pratomo, 2022)
			E3	Penambahan pengguna (Pratomo, 2022)
			E4	Cakupan pelayanan (Maliga et al., 2021)
		Perawatan Teknologi	E5	Perawatan secara berkala (Lubis et al., 2021)

3.3 Data Input

Pada penelitian ini, data input yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Data Input

Kode	Sub-faktor	Data	Sumber Data
A1	Keberadaan iuran masyarakat	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengguna IPAL

A2	Keterjangkauan iuran	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengguna IPAL
A3	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan	Data keuangan IPAL dan kuesioner	Data IPAL
A4	Keberadaan dana pengembangan	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengelola
B1	Ketaatan terhadap Baku Mutu Lingkungan (BML)	Baku mutu kualitas air dan <i>effluent</i> air limbah	Data IPAL
B2	Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengelola IPAL
B3	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	Observasi, data penggunaan energi IPAL	Data IPAL
C1	Partisipasi masyarakat	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengguna IPAL
C2	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kegiatan sosial	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengguna IPAL
C3	Pemahaman fungsi IPAL	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengguna IPAL
C4	Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengguna IPAL
D1	Keberadaan struktur pengelolaan	Data struktur pengelola IPAL, observasi dan kuesioner	Data IPAL

D2	Kinerja pengelola	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengguna IPAL
D3	Kepuasan pengguna	Observasi dan kuesioner, data kepuasan pelanggan	Kuesioner pengguna IPAL
D4	Tanggap menghadapi pengaduan	Observasi dan kuesioner, data pengaduan masalah	Kuesioner pengguna IPAL
E1	Kinerja unit pengolahan	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengelola IPAL
E2	Kondisi sambungan IPAL	Observasi dan kuesioner	Kuesioner pengelola IPAL
E3	Penambahan pelanggan	Rencana Strategi DPUPR Rencana Program Inventasi Jangka Menengah (RPIJM) Cipta Karya, observasi dan kuesioner	Data IPAL
E4	Cakupan pelayanan	Rencana Strategi DPUPR Rencana Program Inventasi Jangka Menengah (RPIJM) Cipta Karya, observasi dan kuesioner	Data IPAL
E5	Perawatan berkala	Data cek perawatan unit pengolahan, observasi dan kuesioner	Data IPAL

Pada dasarnya metode pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh data yang dapat menjelaskan dan menjawab masalah secara objektif. Sebagian besar data ini merupakan data

yang diperoleh dengan penggalian informasi berupa data primer dan sekunder dari instansi terkait di Semarang. Untuk data yang bersifat subjektif, metode yang digunakan adalah wawancara terstruktur dan pemberian kuesioner. Dikarenakan dengan keterbatasan waktu dan biaya, maka metode tersebut dilakukan pada sampel atau perwakilan populasi.

3.4 Teknis Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dibutuhkan dua jenis data yang digunakan untuk dianalisis yaitu data primer dan data sekunder. Data-data tersebut didapatkan dengan cara yang tertera di Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Pengumpulan Data

No	Jenis Data	Data	Sumber Data
1	Primer	Observasi lapangan	Pengamatan langsung di IPAL Komunal
		Wawancara	Wawancara ke petugas, pengelola dan pelanggan IPAL
		Kuesioner	Kuesioner ke beberapa warga di sekitar IPAL dan pengelola IPAL
		Kualitas <i>effluent</i> air limbah	Sampling <i>effluent</i> IPAL
2	Sekunder	Data Keuangan (pemasukan dan pengeluaran) IPAL	Data IPAL
		Baku mutu air, kualitas <i>effluent</i> air limbah	Data IPAL
		Data struktur pengolahan	Data IPAL
		Rencana Strategi DPUPR Rencana Program Investasi Jangka Menengah (RPIJM) Cipta Karya	Data IPAL
		Data cek dan	Data IPAL

		perawatan unit pengolahan rutin	
--	--	------------------------------------	--

Pengambilan sampel untuk kuesioner pengguna IPAL dilakukan dengan menggunakan rumus slovin:

$$n = N / (1 + (N \times e^2))$$

Keterangan:

- n = Jumlah Sampel
N = Ukuran Populasi
E = Nilai kritis / batas ketelitian (10%)

Jika berdasarkan rumus perhitungan di atas, maka jumlah kuesioner pengguna IPAL Komunal Tegalsari dengan jumlah orang (N) 67 orang yaitu.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kuesioner} = n &= \frac{N}{1+(Nx(e)^2)} \\ &= \frac{67}{1+(67x(0,1)^2)} = 40,12 = 41 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jumlah kuesioner pengguna IPAL Komunal Pedalangan dengan jumlah orang (N) 34 orang yaitu.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kuesioner} = n &= \frac{N}{1+(Nx(e)^2)} \\ &= \frac{34}{1+(34x(0,1)^2)} = 25,37 = 26 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jumlah kuesioner pengguna IPAL Komunal Podorejo dengan jumlah orang (N) 167 orang yaitu.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kuesioner} = n &= \frac{N}{1+(Nx(e)^2)} \\ &= \frac{167}{1+(167x(0,1)^2)} = 62,55 = 63 \text{ orang} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk jumlah kuesioner pengelola IPAL, saya bagikan hanya kepada pengurus inti IPAL yang berkenan untuk mengisi kuesioner seperti ketua, bendahara, dan sekretaris.

3.5 Teknis Analisa Data

3.5.1 Pengukuran Skoring

Analisis status keberlanjutan dilakukan dengan menghitung hasil skoring berdasarkan indikator masing-masing variabel survei, dan status keberlanjutan diperoleh dengan skala 1 sampai 5. Jawaban dapat diberi skor untuk keperluan analisis kuantitatif, seperti:

1. Sangat Setuju/selalu/sangat positif diberi skor 5
2. Setuju/sering/positif diberi skor 4

3. Ragu-ragu/kadang-kadang/netral diberi skor 3
4. Tidak setuju/hampir tidak pernah/negatif diberi skor 2
5. Sangat tidak setuju/tidak pernah/sangat negatif diberi skor 1

Untuk menentukan batas dan interval skor persentase (I), digunakan rumus berikut untuk menentukan status tingkat keberlanjutan IPAL:

$$I = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Dari hasil penentuan indeks dapat diketahui indeks status keberlanjutan masing-masing sub faktor dan faktor yang diteliti. Untuk mendapatkan nilai indeks dapat dengan menggunakan Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Penilaian Status Keberlanjutan

(1)	(2)					(3)	(4)	(5)	(6)
Sub Faktor yang dinilai	Rating Scale					R	Jumlah Nilai	Jumlah Nilai Maks	Indeks
	1	2	3	4	5				

Keterangan:

Kolom (1): Sub Faktor yang dinilai tingkat keberlanjutan

Kolom (2): Distribusi jawaban responden

Kolom (3): Jumlah Responden

Kolom (4): Jumlah Skor dari hasil kuesioner

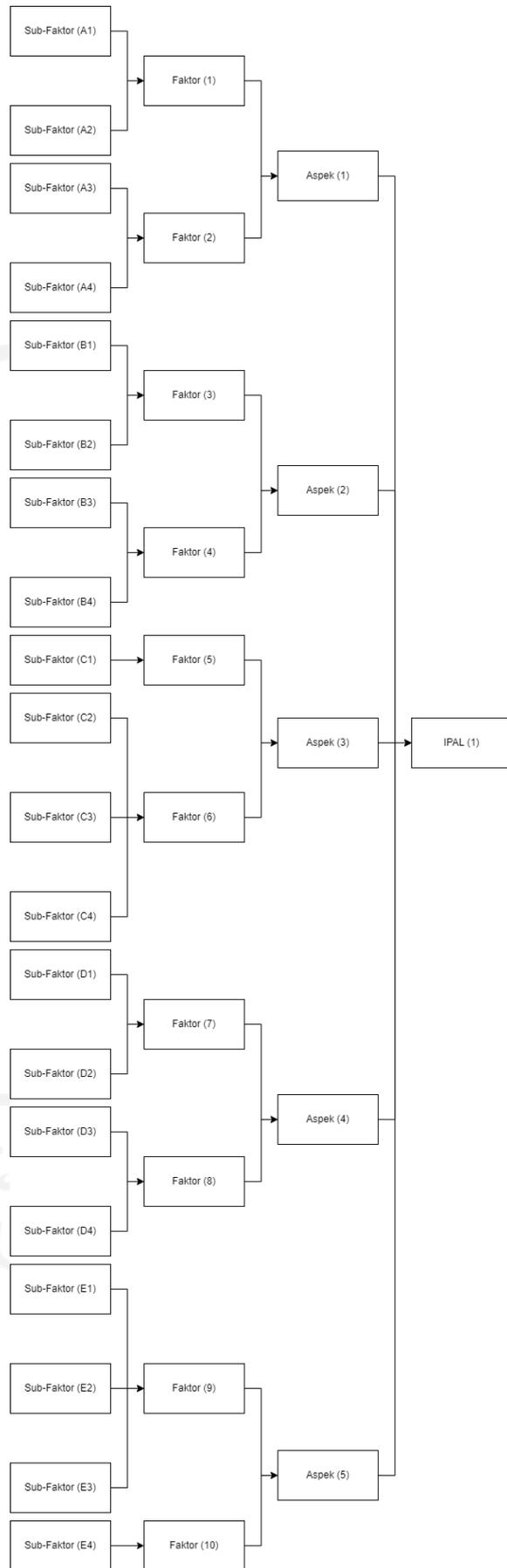
Kolom (5): Jumlah Skor Ideal (Jumlah Responden x 5)

Kolom (6): Indeks keberlanjutan pada sub faktor tersebut

$$\left(\frac{\text{Jumlah Nilai}}{\text{Jumlah Nilai Maks}} \times 100\% \right)$$

3.5.2 Penentuan Indeks Keberlanjutan

Penentuan indeks keberlanjutan berasal dari setiap subfaktor yang dinilai. Untuk mencari masing-masing nilai indeks faktor dapat dihitung menggunakan rata-rata nilai indeks subfaktor, oleh karena itu tidak terdapat pembobotan pada salah satu sub faktor.



Gambar 3.2. Penentuan Indeks Keberlanjutan

Untuk menentukan nilai persentase indeks keberlanjutan IPAL dimulai dengan menganalisis nilai persentase indeks keberlanjutan sub faktor, setelah itu menganalisis nilai persentase indeks keberlanjutan faktor dengan cara merata-rata nilai persentase sub faktor yang dibawah oleh faktor yang akan dinilai. Menganalisis nilai persentase indeks keberlanjutan aspek dengan cara merata-rata nilai persentase faktor yang dibawah oleh aspek yang akan dinilai, dan menganalisis nilai persentase indeks keberlanjutan IPAL dengan cara merata-rata nilai persentase setiap aspek. Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut.

$$\text{Indeks Faktor} = \frac{(\text{sub faktor 1} + \text{sub faktor 2} \dots + \text{sub faktor n})}{n}$$

3.5.3 Pemetaan Indeks Keberlanjutan

Pembagian interval yang mewakili status indeks keberlanjutan adalah sebagai berikut (Widya Rochmah et al., 2021):

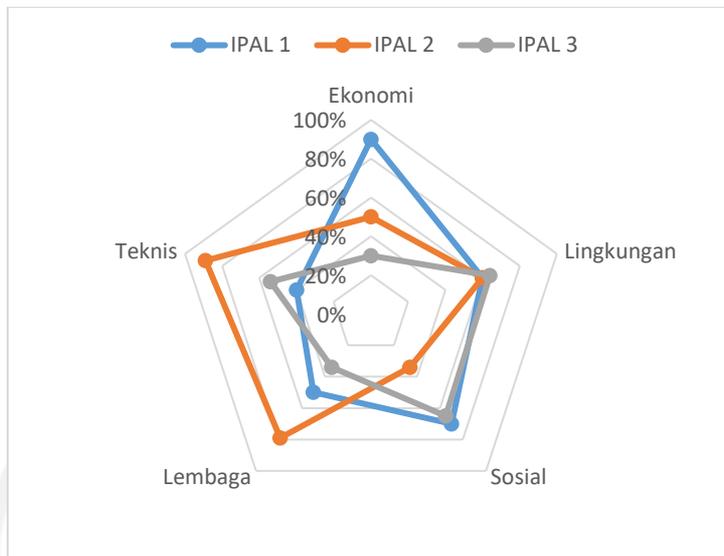
Tabel 3.5. Klasifikasi Indeks Keberlanjutan

Kategori	Status keberlanjutan
0% – 25%	Buruk (tidak berkelanjutan)
26% – 50%	Kurang (kurang berkelanjutan)
51% – 75%	Cukup (cukup berkelanjutan)
76% – 100%	Baik (berkelanjutan)

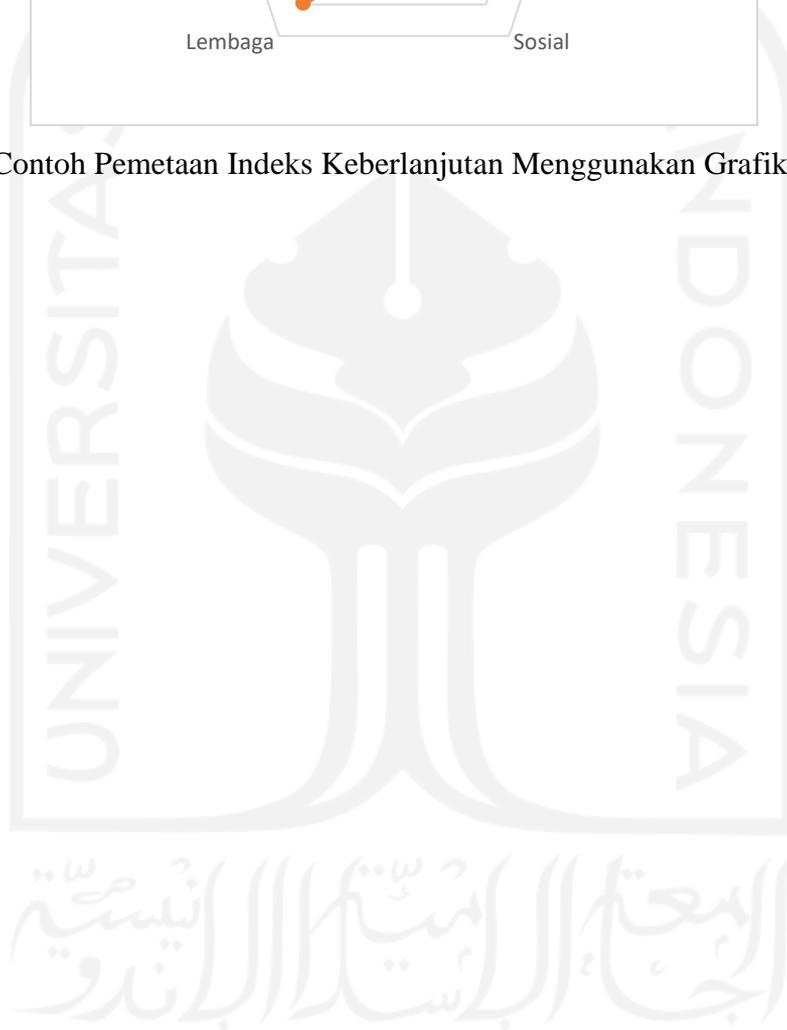
Sumber: (Widya Rochmah et al., 2021)

Pemetaan indeks berkelanjutan dapat menggunakan grafik radar/*spider* dengan beberapa aspek dari variabel penelitian, contohnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Mekanisme pembuatan grafik radar/*spider* tersebut dengan cara membuat tabel perbandingan setiap nilai persentase indeks keberlanjutan aspek pada setiap IPAL. Grafik ini menggambarkan bagaimana nilai persentase indeks keberlanjutan aspek setiap IPAL dan bagaimana perbandingannya dengan IPAL yang lain.



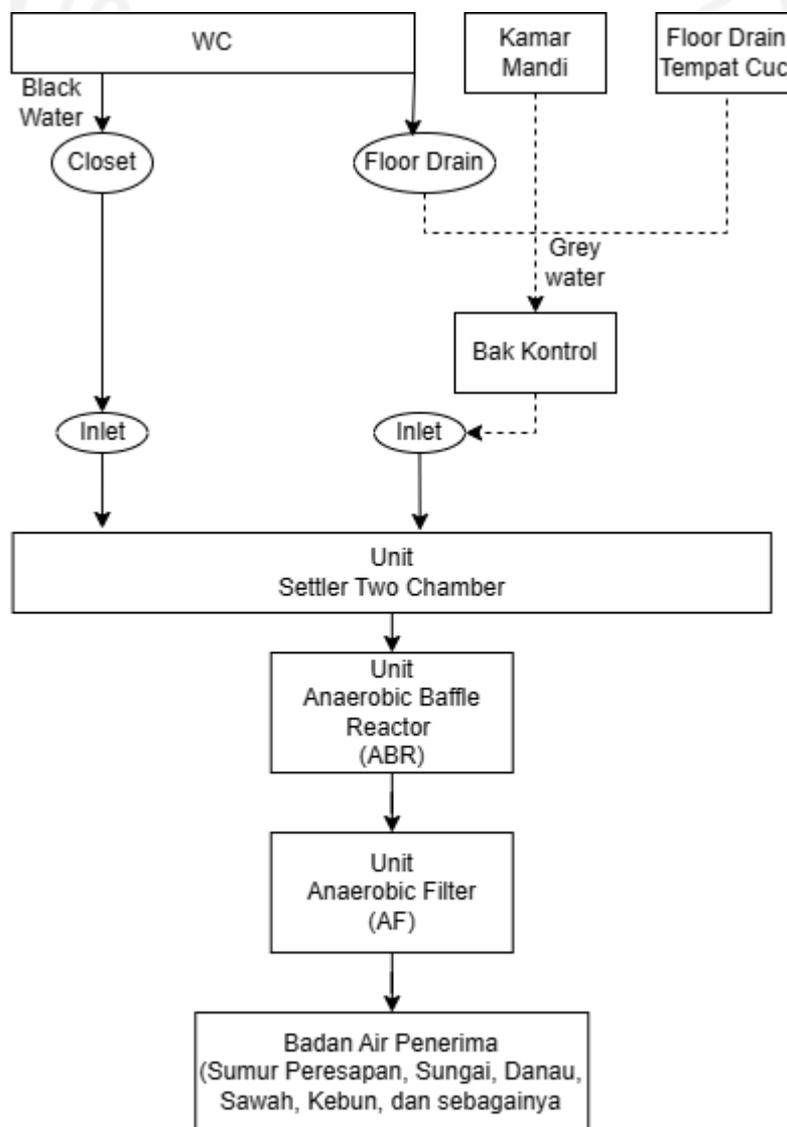
Gambar 3.3. Contoh Pemetaan Indeks Keberlanjutan Menggunakan Grafik Radar/*Spider*



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum IPAL Komunal

IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo Kota Semarang dibangun dengan program dari pemerintah yaitu SPBM (Sanitasi Perkotaan Berbasis Masyarakat) USRI (*Urban Sanitation and Rural Infrastructure*). Berikut dapat dilihat pada Gambar 4.1. merupakan diagram alir IPAL Komunal.



Gambar 4.1. Diagram Alir IPAL Komunal

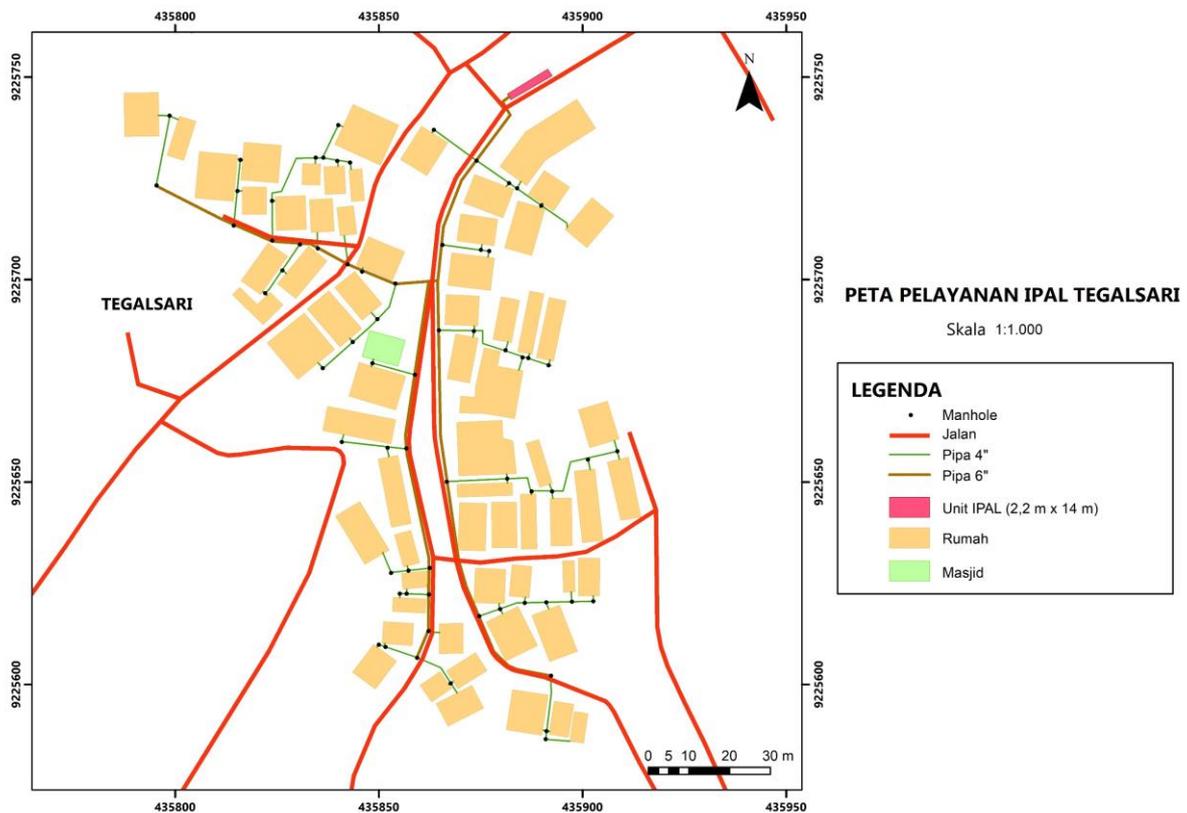
Sumber: SPBM USRI

Air inlet IPAL Komunal terbagi menjadi dua yaitu *blackwater* dan *greywater*, *blackwater* berasal dari closet sedangkan *greywater* berasal dari *floor drain* dan tempat cuci. Inlet *blackwater* dan *greywater* masuk ke unit *Settler Two Chamber* terlebih dahulu, lalu setelah tinggal di unit *Settler Two Chamber* dengan waktu tinggal tertentu, air tersebut mengalir ke unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR), dan setelah tinggal di unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dengan waktu tinggal tertentu, air tersebut terakhir diolah di unit *Anaerobic Filter* (AF). Setelah air limbah telah diolah dengan waktu tinggal tertentu, air dibuang ke badan air penerima seperti sumur peresapan, sungai, danau, sawah, kebun, dan sebagainya.

4.2. Kondisi IPAL

4.2.1. Kondisi IPAL Komunal Tegalsari

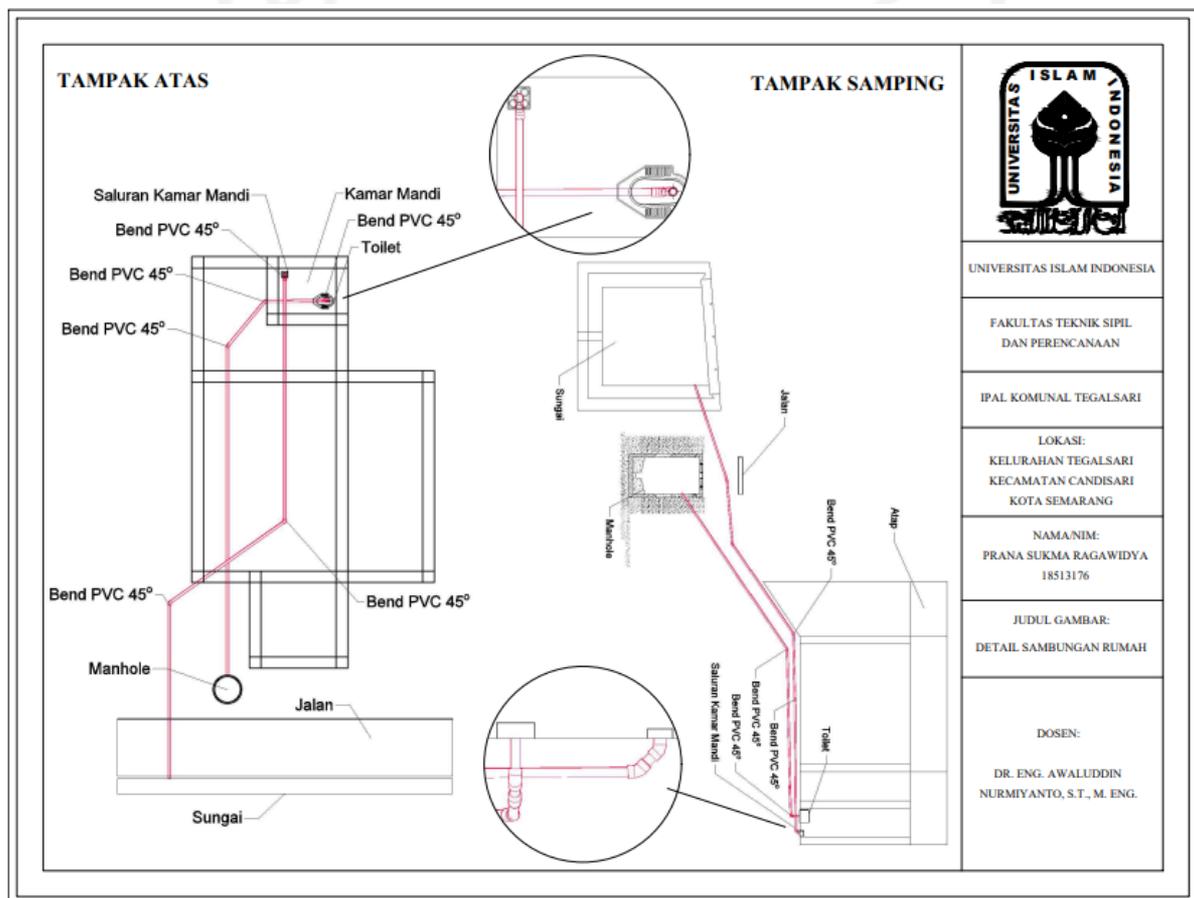
Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Domestik Tegalsari terletak di RT 1/RW 9, Kelurahan Podorejo, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. IPAL dibangun pada tahun 2013. Cakupan pelayanan IPAL Komunal Tegalsari sebanyak 4 RT, dengan total Sambungan Rumah (SR) yaitu 67 Sambungan. Berikut pada Gambar 4.2. merupakan peta pelayanan IPAL Komunal Tegalsari.



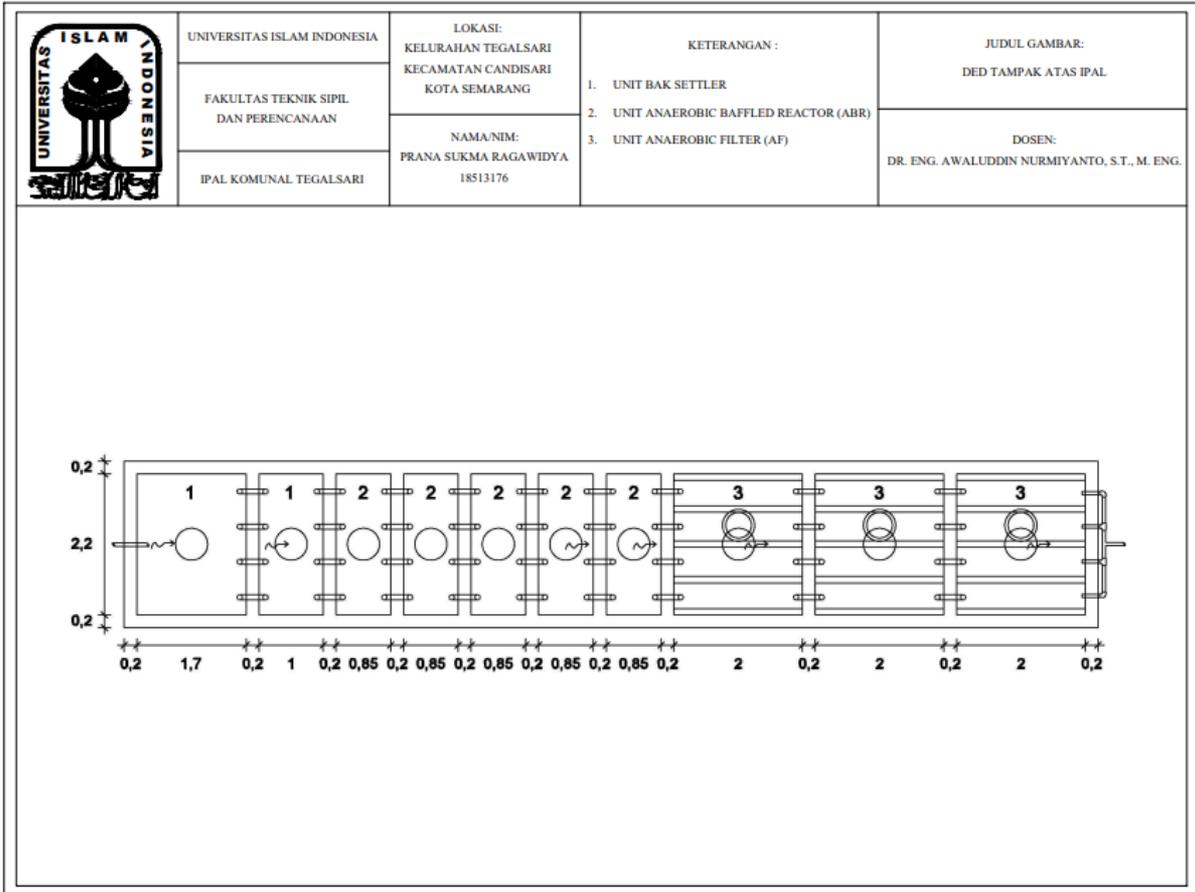
Gambar 4.2. Peta Pelayanan IPAL Komunal Tegalsari

Teknologi pengolahan dilakukan dengan menggunakan sistem Anaerob yaitu *Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)* dengan total dari bak pengolahan IPAL yaitu 11 bak. Kapasitas IPAL Komunal Tegalsari pada saat dibangun untuk 70 SR yaitu $0,06 \text{ m}^3/\text{hari}$. Berikut pada Gambar 4.3. dan Gambar 4.4. merupakan detail sambungan rumah dan DED tampak atas IPAL Komunal Tegalsari.

Bangunan IPAL dibangun di bawah tanah lahan kosong yang sekarang dipakai sebagai tempat parkir. *Outlet* hasil pengolahan IPAL Komunal dibuang ke badan air terdekat, yaitu sungai di samping IPAL Komunal. Berikut Gambar 4.5. dan 4.6. merupakan *Inlet* dan *Outlet* IPAL Komunal Tegalsari.



Gambar 4.3. Detail Sambungan Rumah IPAL Komunal Tegalsari



Gambar 4.4. DED Tampak Atas IPAL Komunal Tegalsari



Gambar 4.5. Inlet IPAL Komunal Tegalsari



Gambar 4.6. Outlet IPAL Komunal Tegalsari

Agar proses penguraian mikroorganisme dapat berjalan dengan baik, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah *hydraulic retention time* (HRT) atau waktu cairan berada di dalam reaktor anaerobik (Ogejo et al., 2009). Pemilihan HRT dapat mempengaruhi kemampuan menghidrolisis bahan organik (Liu, 2008). Kemampuan tersebut terkait dengan kemampuan menguraikan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana yang menjadi pengendali utama keberhasilan proses pengolahan air limbah secara keseluruhan (Ahmad et al., 2011).

Untuk menghitung HRT yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$HRT = \frac{Volume}{Debit AL}$$

Cara mendapatkan nilai volume unit IPAL Komunal Tegalsari yaitu dengan perhitungan dimensi yang didapatkan pada data sekunder DED IPAL Komunal Tegalsari. Sedangkan untuk debit air limbah didapatkan dari asumsi dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Jumlah SR = 67

KK/rumah = 4 orang (hasil dari perbandingan jumlah penduduk kelurahan tegalsari dengan jumlah kk berdasarkan web kemendagri)

Total penduduk = $67 \times 4 = 268$ orang

Kebutuhan air per orang = 150 l/o/h (Berdasarkan SNI 6728.1:2015)

Kebutuhan air = *total penduduk x kebutuhan air per orang*
= $268 \times 150 = 40200$ l/h

Debit Air Limbah permukiman = $80\% \times \text{Kebutuhan air}$ (Permen PUPR No 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik)
 = $80\% \times 53600 = 32160 \text{ l/h}$

Debit Air Limbah kawasan = $80\% \times \text{Kebutuhan air kawasan}$
 = $80\% \times 5 \times 268 = 1072 \text{ l/h}$ (Debit peribadatan)

Debit Air Limbah total = $32160 + 1072 = 33232 \text{ l/h} = 1,38 \text{ m}^3/\text{jam}$

Adapun HRT dari unit IPAL Komunal Tegalsari pada Tabel 4.1. yaitu sebagai berikut.

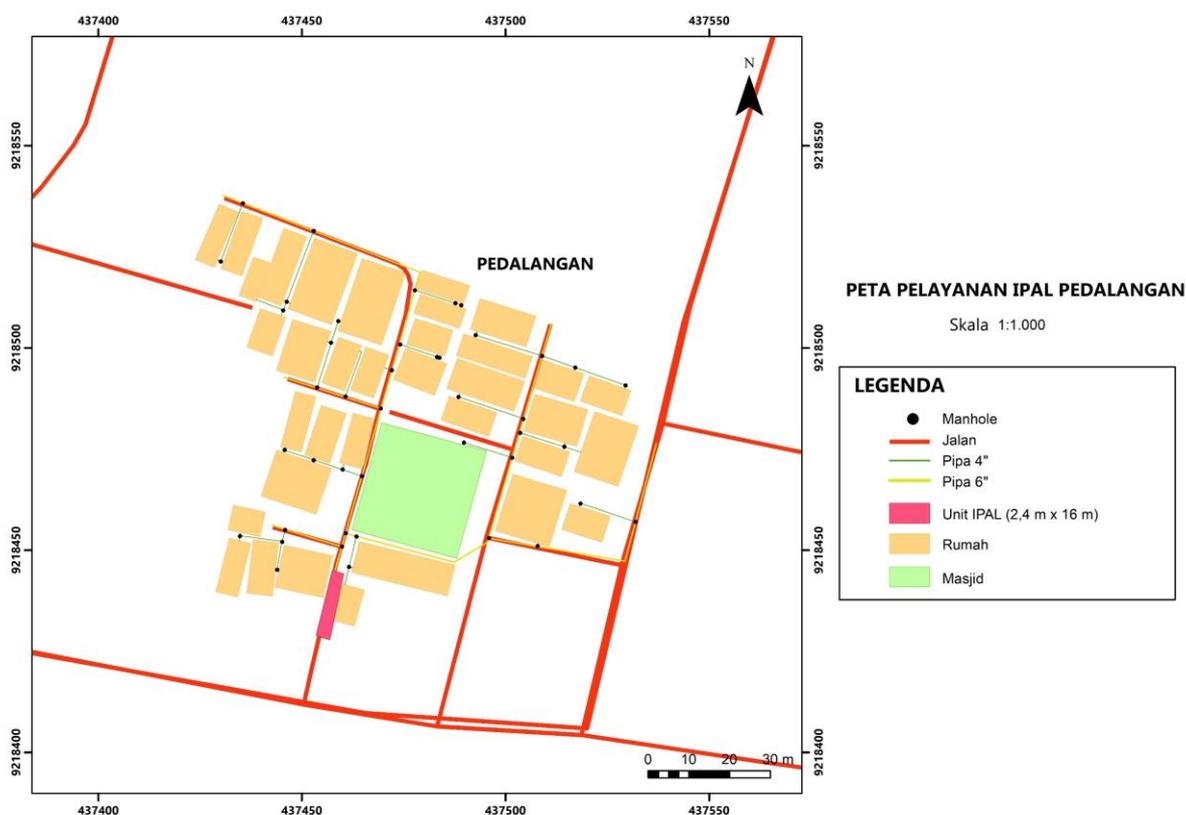
Tabel 4.1. HRT Unit Pengolahan IPAL Komunal Tegalsari

Unit Pengolahan	Volume (m ³)	Debit (m ³ /jam)	HRT (jam)	Kriteria desain (Sasse, 1998) (jam)	Keterangan
Bak Sedimentasi/Settler	16,63	1,38	12,01	1,5-2,5	Tidak Sesuai
Unit <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR)	31,42		22,69	>8	Sesuai
Unit <i>Anaerobic Filter</i> (AF)	36,96		26,69	36-48	Tidak Sesuai

Pada unit pengolahan IPAL Komunal Tegalsari, ada unit yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu bak sedimentasi/settler dan unit *Anaerobic Filter* (AF). Bak sedimentasi/settler tidak memenuhi kriteria desain yang seharusnya 1,5 – 2,5 jam. Yang artinya volume bak settler terlalu besar atau debit air limbah yang terlalu kecil, hal tersebut menyebabkan waktu yang berlebih serta tidak keefektifan dalam waktu. Unit *Anaerobic Filter* (AF) tidak memenuhi kriteria desain yang seharusnya 36 – 48 jam. Yang artinya volume bak AF masih kurang besar atau debit air limbah yang terlalu besar, hal tersebut menyebabkan organisme tidak mempunyai cukup waktu untuk mendegradasi air limbah (Quraini et al., 2022).

4.2.2. Kondisi IPAL Komunal Pedalangan

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Pedalangan terletak di RT 3/RW 4, Kelurahan Pedalangan, Kecamatan Banyumanik, Kota Semarang. IPAL dibangun pada tahun 2013 dengan tipe kombinasi/mix, yaitu kombinasi dari tipe MCK dan *Shallow Sewerage*. MCK memiliki 4 kamar mandi yang semuanya dilengkapi dengan toilet dan juga terdapat kran air untuk kegiatan mencuci (Astika et al., 2017). Berdasarkan buku Rencana Pembangunan IPAL USRI, terdapat 219 pengguna IPAL (Ekemeviane et al., 2016). Cakupan pelayanan IPAL Komunal Pedalangan sebanyak 1 RT, dengan total Sambungan Rumah (SR) yaitu 34 Sambungan. Berikut Gambar 4.7. merupakan peta pelayanan IPAL Komunal Pedalangan.



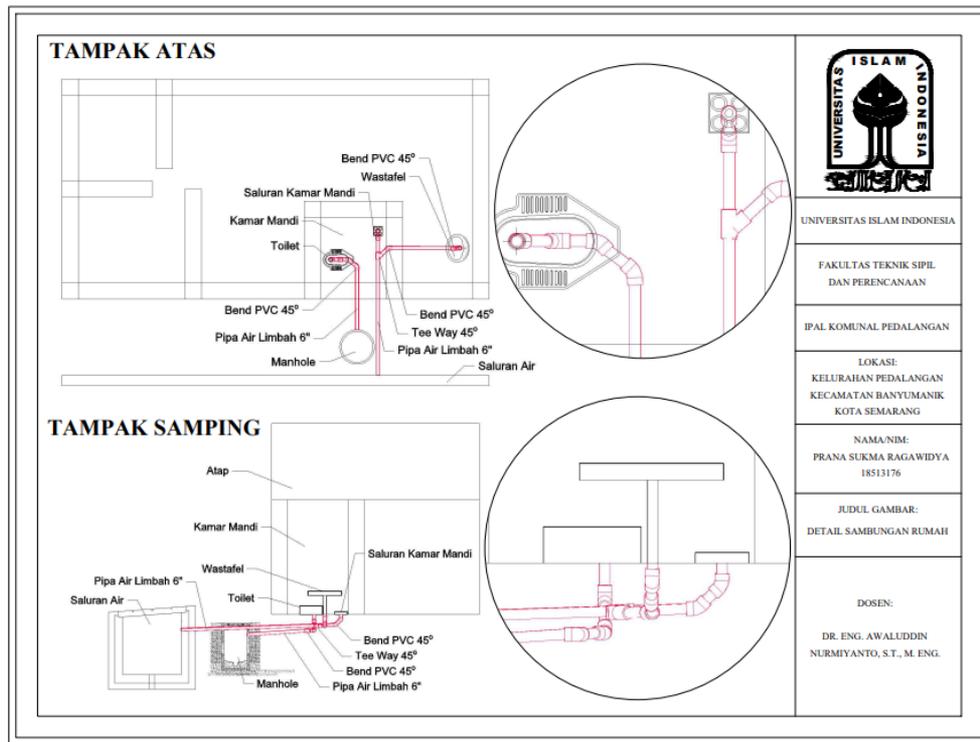
Gambar 4.7. Peta Pelayanan IPAL Komunal Pedalangan

Adapun bangunan IPAL dibangun di bawah tanah, atau lebih tepatnya dibangun di bawah jalan warga (Astika et al., 2017).

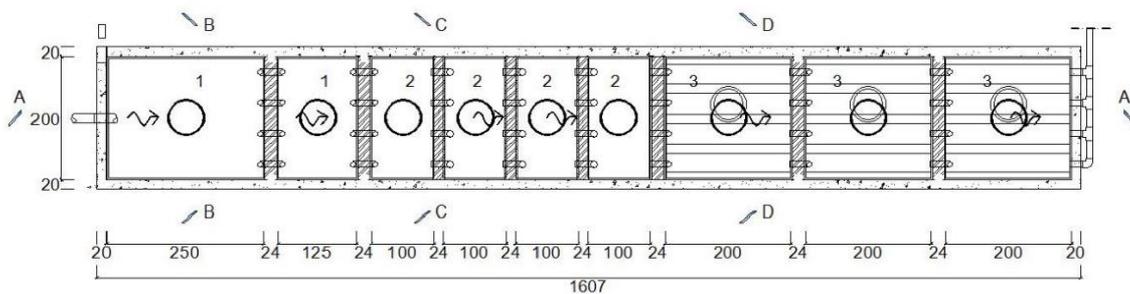
Teknologi pengolahan dilakukan dengan menggunakan sistem Anaerob yaitu *Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)*. IPAL Komunal Pedalangan Terdiri dari 2 Bak Settler berukuran 2 m x 2,5 m x 2 m dan 2 m x 1,2 m x 2 m, 4 bak *Anaerobic Baffle Reactor (ABR)* berukuran 2 m x 1 m x 2 m, 3 Bak *Anaerobic Filter (AF)* berukuran 2 m x 2 m x 2 m (Ekemeviane et al., 2016). Kapasitas IPAL Komunal Pedalangan yaitu 0,03 m³/hari. Berikut

Gambar 4.8. dan Gambar 4.9. merupakan detail sambungan rumah dan DED tampak atas IPAL Komunal Pedalangan.

Adapun bangunan IPAL dibangun di bawah tanah, atau lebih tepatnya dibangun di bawah jalan warga (Astika et al., 2017). *Outlet* hasil pengolahan IPAL Komunal dibuang ke badan air terdekat, yaitu sungai di bawah rumah warga. Berikut Gambar 4.10. dan Gambar 4.11. merupakan *Inlet* dan *Outlet* IPAL Komunal Pedalangan.



Gambar 4.8. Detail Sambungan Rumah IPAL Komunal Pedalangan



Gambar 4.9. DED Tampak Atas IPAL Komunal Pedalangan



Gambar 4.10. Inlet IPAL Komunal Pedalangan



Gambar 4.11. Outlet IPAL Komunal Pedalangan

Agar proses penguraian mikroorganisme dapat berjalan dengan baik, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah *hydraulic retention time* (HRT) atau waktu cairan berada di dalam reaktor anaerobik (Ogejo et al., 2009). Pemilihan HRT dapat mempengaruhi kemampuan menghidrolisis bahan organik (Liu, 2008). Kemampuan tersebut terkait dengan kemampuan menguraikan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana yang menjadi pengendali utama keberhasilan proses pengolahan air limbah secara keseluruhan (Ahmad et al., 2011).

Untuk menghitung HRT yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$HRT = \frac{Volume}{Debit AL}$$

Cara mendapatkan nilai volume unit IPAL Komunal Pedalangan yaitu didapatkan pada data sekunder penelitian terdahulu (Ekemeviane et al., 2016). Sedangkan untuk debit air limbah didapatkan dari asumsi dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Jumlah SR = 34

KK/rumah = 4 orang (hasil dari perbandingan jumlah penduduk kelurahan tegalsari dengan jumlah kk berdasarkan web kemendagri)

Total penduduk = $33 \times 4 = 136 \text{ orang}$

Kebutuhan air per orang = 150 l/o/h (Berdasarkan SNI 6728.1:2015)

Kebutuhan air = *total penduduk x kebutuhan air per orang*
 $= 136 \times 150 = 20400 \text{ l/h}$

Debit Air Limbah permukiman = $80\% \times \text{Kebutuhan air}$ (Permen PUPR No 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik)
 $= 80\% \times 20400 = 16320 \text{ l/h}$

Debit Air Limbah kawasan = $80\% \times \text{Kebutuhan air kawasan}$
 $= 80\% \times 5 \times 136 = 544 \text{ l/h}$ (Debit peribadatan)

Debit Air Limbah total = $16320 + 544 = 16864 \text{ l/h} = 0,7 \text{ m}^3/\text{jam}$

Adapun HRT dari unit IPAL Komunal Pedalangan pada Tabel 4.2. yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.2. HRT Unit Pengolahan IPAL Komunal Pedalangan

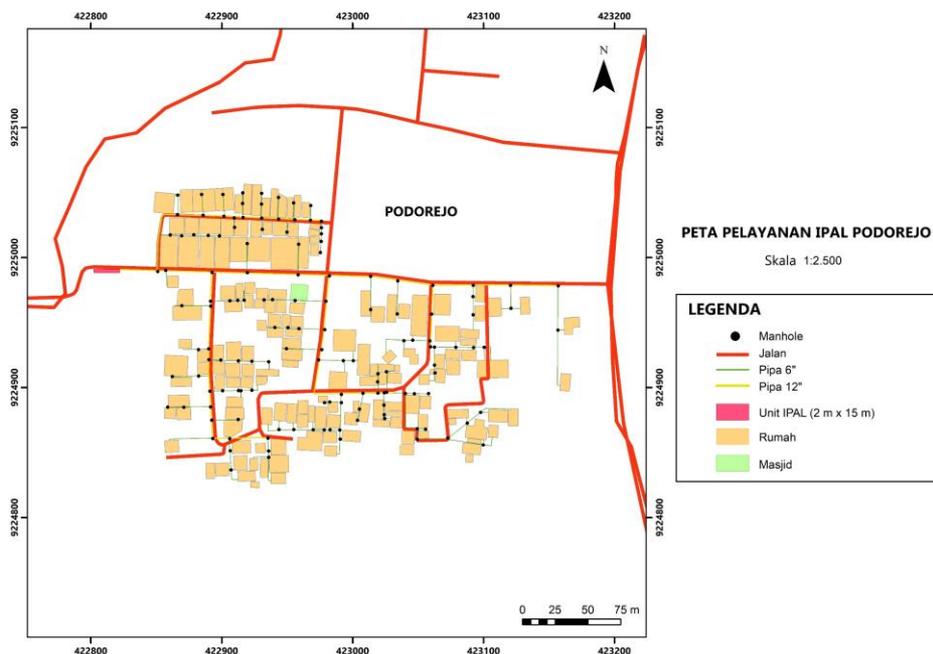
Unit Pengolahan	Volume (m ³)	Debit (m ³ /jam)	HRT (jam)	Kriteria desain (Sasse, 1998) (jam)	Keterangan
Bak Sedimentasi/Settler	15	0,7	21,35	1,5-2,5	Tidak Sesuai

Unit <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR)	16		22,77	>8	Sesuai
Unit <i>Anaerobic Filter</i> (AF)	24		34,16	36-48	Tidak Sesuai

Pada unit pengolahan IPAL Komunal Pedalangan, ada unit yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu bak sedimentasi/settler dan unit *Anaerobic Filter* (AF). Bak sedimentasi/settler tidak memenuhi kriteria desain yang seharusnya 1,5 – 2,5 jam. Yang artinya volume bak settler terlalu besar atau debit air limbah yang terlalu kecil, hal tersebut menyebabkan waktu yang berlebih serta tidak keefektifan dalam waktu. Unit *Anaerobic Filter* (AF) tidak memenuhi kriteria desain yang seharusnya 36 – 48 jam. Yang artinya volume bak AF masih kurang besar atau debit air limbah yang terlalu besar, hal tersebut menyebabkan organisme tidak mempunyai cukup waktu untuk mendegradasi air limbah (Quraini et al., 2022).

4.2.3. Kondisi IPAL Komunal Podorejo

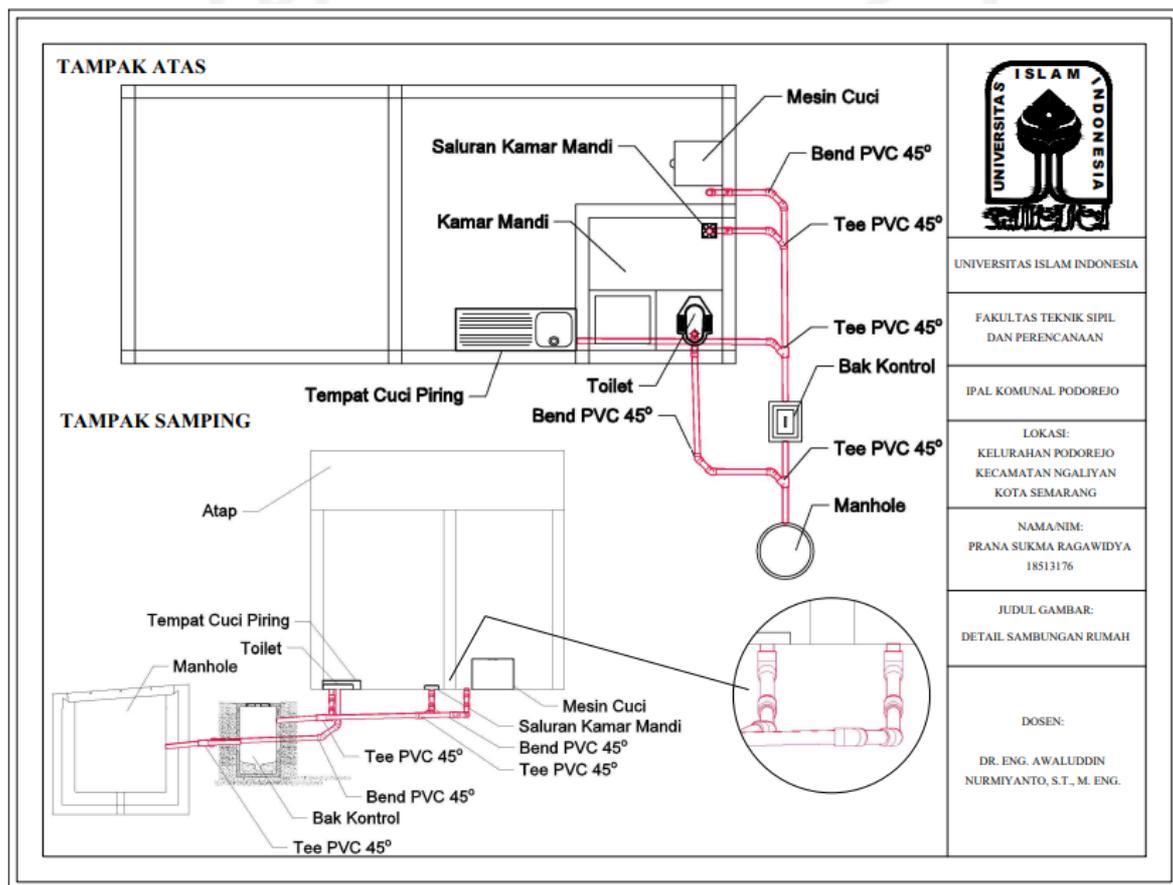
Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Domestik Podorejo terletak di RT 3/RW 3, Kelurahan Podorejo, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. IPAL dibangun pada tahun 2013. Cakupan pelayanan IPAL Komunal Podorejo sebanyak 3 RT, dengan total Sambungan Rumah (SR) yaitu 167 Sambungan. Berikut Gambar 4.12. merupakan peta pelayanan IPAL Komunal Podorejo.



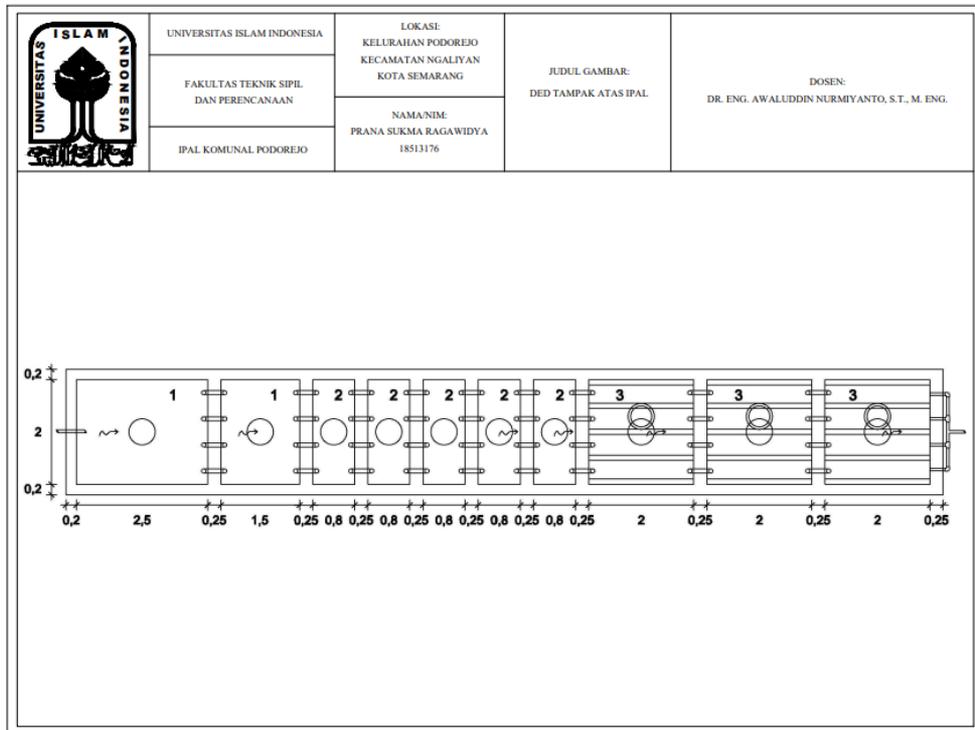
Gambar 4.12. Peta Pelayanan IPAL Komunal Podorejo

Teknologi pengolahan dilakukan dengan menggunakan sistem Anaerob dengan jumlah bak *settler* 2 bak, bak ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) 5 bak, dan bak AF (*Anaerobic Filter*) 3 bak. Kapasitas IPAL Komunal Podorejo pada saat dibangun untuk 60 SR yaitu 0,05 m³/hari. Berikut Gambar 4.13. dan Gambar 4.14. merupakan detail sambungan rumah dan DED tampak atas IPAL Komunal Podorejo.

Bangunan IPAL dibangun di bawah tanah lahan kosong sebelah jalan umum. *Outlet* hasil pengolahan IPAL Komunal dibuang ke badan air terdekat, yaitu sungai. Berikut Gambar 4.15. dan Gambar 4.16. merupakan *Inlet* dan *Outlet* IPAL Komunal Podorejo.



Gambar 4.13. Detail Sambungan Rumah IPAL Komunal Podorejo



Gambar 4.14. DED Tampak Atas IPAL Komunal Podorejo



Gambar 4.15. Inlet IPAL Komunal Podorejo



Gambar 4.16. Outlet IPAL Komunal Podorejo

Agar proses penguraian mikroorganisme dapat berjalan dengan baik, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah *hydraulic retention time* (HRT) atau waktu cairan berada di dalam reaktor anaerobik (Ogejo et al., 2009). Pemilihan HRT dapat mempengaruhi kemampuan menghidrolisis bahan organik (Liu, 2008). Kemampuan tersebut terkait dengan kemampuan menguraikan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana yang menjadi pengendali utama keberhasilan proses pengolahan air limbah secara keseluruhan (Ahmad et al., 2011).

Untuk menghitung HRT yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$HRT = \frac{Volume}{Debit AL}$$

Cara mendapatkan nilai volume unit IPAL Komunal Podorejo yaitu dengan perhitungan dimensi yang didapatkan dengan mengukur dimensi IPAL tersebut secara langsung dan wawancara pengurus. Sedangkan untuk debit air limbah didapatkan dari asumsi dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Jumlah SR = 167

KK/rumah = 4 orang (hasil dari perbandingan jumlah penduduk kelurahan tegalsari dengan jumlah kk berdasarkan web kemendagri)

Total penduduk = $167 \times 4 = 668$ orang

Kebutuhan air per orang = 150 l/o/h (Berdasarkan SNI 6728.1:2015)

Kebutuhan air = *total penduduk x kebutuhan air per orang*

= $668 \times 150 = 100200$ l/h

Debit Air Limbah permukiman = $80\% \times$ *Kebutuhan air* (Permen PUPR No 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik)

= $80\% \times 100200 = 80160$ l/h

Debit Air Limbah kawasan = $80\% \times$ *Kebutuhan air kawasan*

= $80\% \times 5 \times 668 = 2672$ l/h

Debit Air Limbah total = $80160 + 2672 = 82832$ l/h = $3,45$ m³/jam

Adapun HRT dari unit IPAL Komunal Podorejo pada Tabel 4.3. yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.3. HRT Unit Pengolahan IPAL Komunal Podorejo

Unit Pengolahan	Volume (m ³)	Debit (m ³ /jam)	HRT (jam)	Kriteria desain (Sasse, 1998) (jam)	Keterangan
Bak Sedimentasi/Settler	29,76	3,45	8,62	1,5-2,5	Tidak Sesuai
Unit <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR)	34,72		10,06	>8	Sesuai
Unit <i>Anaerobic Filter</i> (AF)	44,64		12,93	36-48	Tidak Sesuai

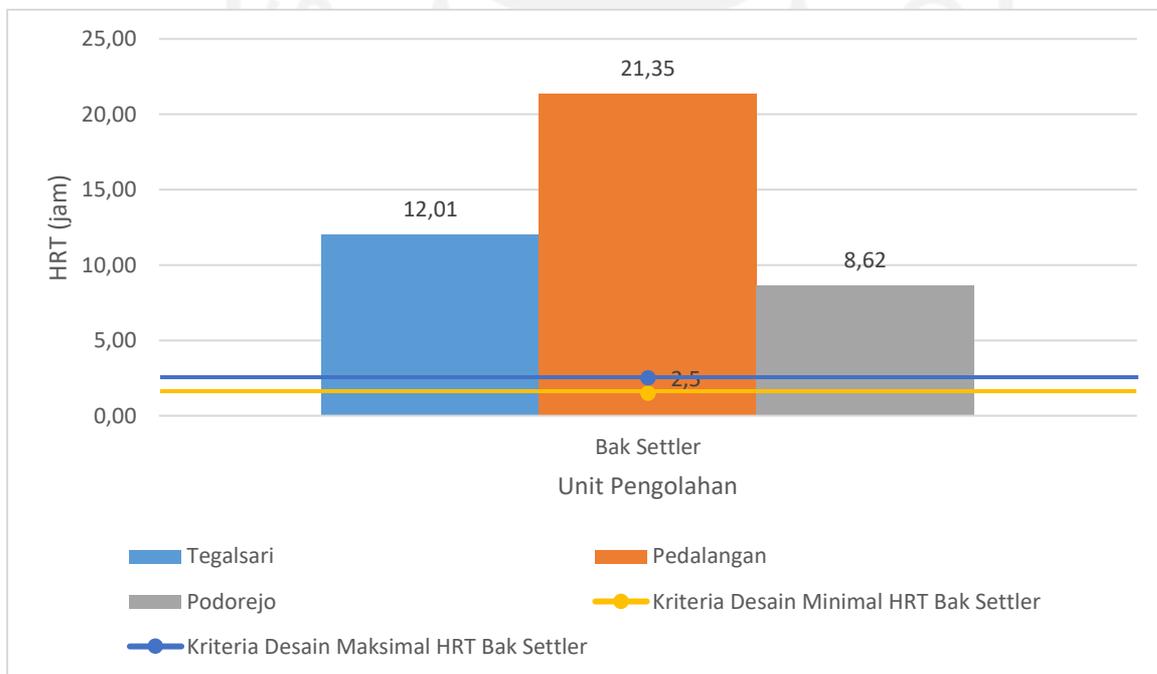
Pada unit pengolahan IPAL Komunal Podorejo, ada unit yang tidak memenuhi kriteria desain yaitu bak sedimentasi/settler dan unit *Anaerobic Filter* (AF). Bak sedimentasi/settler tidak memenuhi kriteria desain yang seharusnya 1,5 – 2,5 jam. Yang artinya volume bak settler

terlalu besar atau debit air limbah yang terlalu kecil, hal tersebut menyebabkan waktu yang berlebih serta tidak keefektifan dalam waktu. Unit Anaerobic Filter (AF) tidak memenuhi kriteria desain yang seharusnya 36 – 48 jam. Yang artinya volume bak AF masih kurang besar atau debit air limbah yang terlalu besar, hal tersebut menyebabkan organisme tidak mempunyai cukup waktu untuk mendegradasi air limbah (Quraini et al., 2022).

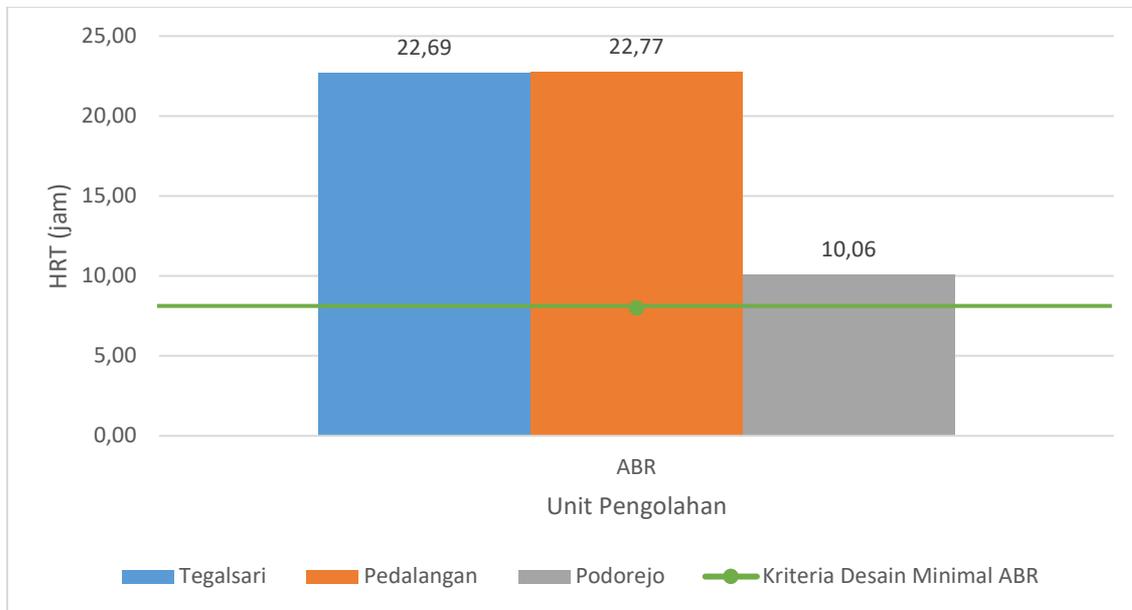
4.2.4. Perbandingan HRT IPAL Komunal

Berikut Gambar 4.17., 4.18, dan 4.19. merupakan perbandingan HRT antara IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo.

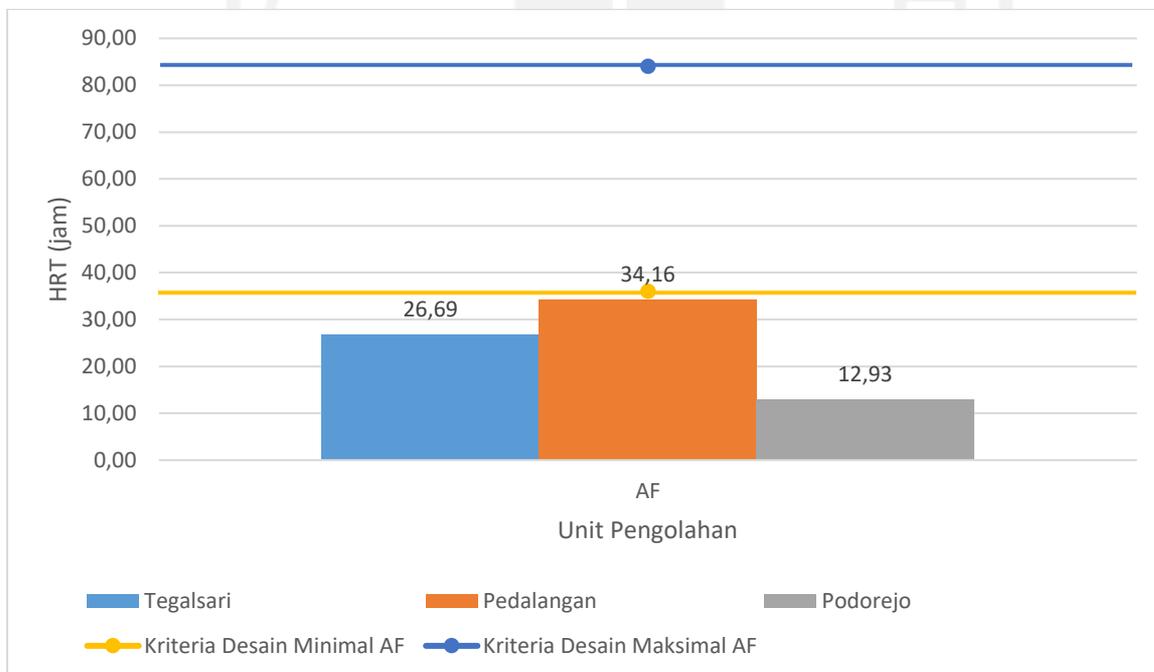
Ketiga IPAL Komunal tersebut memiliki unit pengolahan yang sama dan yang memenuhi kriteria desain juga sama yaitu hanya unit *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*. Yang paling mendekati kriteria desain bak sedimentasi/settler yaitu unit IPAL Komunal Podorejo dengan nilai HRT 8,97 jam. Yang paling mendekati kriteria desain unit *Anaerobic Filter (AF)* yaitu unit IPAL Komunal Pedalangan dengan nilai HRT 34,16 jam.



Gambar 4.17. Perbandingan HRT Unit Bak Settler IPAL Komunal dengan Kriteria Desain



Gambar 4.18. Perbandingan HRT Unit ABR IPAL Komunal dengan Kriteria Desain



Gambar 4.19. Perbandingan HRT Unit AF IPAL Komunal dengan Kriteria Desain

4.3. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan adalah kuesioner penelitian. Dalam instrumen penelitian terdapat indikator penilaian yang digunakan untuk membantu dalam menghitung nilai *scoring*. Indikator yang digunakan telah tervalidasi melalui diskusi dengan konselor. Berikut adalah indikator penelitian yang digunakan dalam penilaian untuk mencapai indeks status keberlanjutan.

Tabel 4.4. Indikator Penilaian Indeks Keberlanjutan

No	Aspek	Faktor	Sub-faktor	Pilihan				
				A	B	C	D	E
				Skor				
				5	4	3	2	1
1	Ekonomi	Iuran	Keberadaan iuran masyarakat	< Rp 5.000	Rp 5.000 - Rp 10.000	Rp 11.000 - Rp 25.000	Rp 26.000 - Rp 50.000	> Rp 50.000
			Keterjangkauan iuran	Sangat murah	Murah	Sedang	Mahal	Sangat mahal
		Biaya Operasional	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan	Pendapatan dari iuran mencukupi biaya operasional, gaji pengelola, perawatan, dan pengembangan	Pendapatan dari iuran mencukupi biaya operasional, gaji pengelola, dan perawatan tetapi tidak mencukupi untuk pengembangan	Pendapatan dari iuran hanya mencukupi untuk biaya operasional saja	Pendapatan dari iuran tidak mencukupi biaya operasional, gaji pengelola, perawatan, dan pengembangan	Pendapatan dari iuran tidak mencukupi untuk biaya operasional, gaji pengelola, perawatan, pengembangan, dan mengalami kerugian lebih dari 50% total pengeluaran
			Keberadaan dana pengembangan	Ada dana pengembangan dan cukup untuk pengembangan 5 tahun kedepan yang sudah direncanakan	Ada dana pengembangan dan cukup untuk pengembangan 2 tahun kedepan yang sudah direncanakan	Ada dana pengembangan dan cukup untuk pengembangan 1 tahun kedepan yang sudah direncanakan	Tidak ada dana pengembangan tetapi ada rencana untuk pengembangan	Tidak ada dana pengembangan dan tidak ada rencana untuk pengembangan
2	Lingkungan	Teknologi Pengolahan	Ketaatan pada Baku Mutu Lingkungan (BML)	Semua parameter memenuhi baku mutu	1 parameter tidak memenuhi baku mutu	2 parameter tidak memenuhi baku mutu	3 parameter tidak memenuhi baku mutu	Semua parameter tidak memenuhi baku mutu

No	Aspek	Faktor	Sub-faktor	Pilihan				
				A	B	C	D	E
				Skor				
				5	4	3	2	1
			Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	Sudah ada usaha 3R dan sudah dimanfaatkan lebih dari 1 kegiatan	Sudah ada usaha 3R dan sudah dimanfaatkan untuk 1 kegiatan	Sudah ada usaha 3R tetapi belum dimanfaatkan	Belum ada usaha 3R tetapi sudah ada rencana untuk melakukannya	Belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya
		Energi	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	Tidak menggunakan energi	Menggunakan sumber energi selain listrik	Menggunakan sumber energi listrik < 5000 kwh dan terdapat genset sebagai sumber energi darurat	Menggunakan sumber energi listrik < 5000 kwh tetapi tidak terdapat genset sebagai sumber energi darurat	Menggunakan sumber energi listrik > 5000 kwh/bulan
3	Sosial	Keterlibatan Sosial	Partisipasi masyarakat	Setiap < 6 bulan sekali	Setiap 6 - 12 bulan sekali	Setiap > 1 tahun sekali	1 kali	Tidak ada
		Kesadaran Sosial	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kegiatan sosial	Tidak mengganggu	Kadang mengganggu	Cukup mengganggu	Mengganggu	Sangat mengganggu
			Pemahaman fungsi IPAL	Paham fungsi IPAL dan proses pengolahannya	Paham fungsi IPAL tetapi tidak mengetahui proses pengolahannya	Cukup paham fungsi IPAL secara umum	Tidak paham fungsi IPAL tetapi ingin memahami	Tidak paham fungsi IPAL
			Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	Sangat berkenan	Berkenan	Cukup berkenan	Kurang berkenan	Tidak berkenan

No	Aspek	Faktor	Sub-faktor	Pilihan				
				A	B	C	D	E
				Skor				
				5	4	3	2	1
4	Lembaga	Kepengelolaan IPAL	Keberadaan struktur pengelolaan	Terdapat pengurus yang menangani pelayanan, administrasi, dan operasional IPAL dengan SK/akte	Terdapat pengurus yang menangani pelayanan, administrasi, dan operasional IPAL tetapi tidak terdapat SK/akte	Terdapat pengurus yang hanya menangani pelayanan dan operasional	Terdapat pengurus yang hanya menangani operasional	Tidak terdapat pengurus
			Kinerja pengelola	Sangat puas	Puas	Cukup puas	Kurang puas	Tidak puas
		Kepuasan pengguna	Kepuasan pengguna	Sangat puas	Puas	Cukup puas	Kurang puas	Tidak puas
			Tanggap menghadapi pengaduan	Sangat tanggap	Tanggap	Cukup tanggap	Kurang tanggap	Tidak tanggap
5	Teknis	Desain dan penerapan infrastruktur distribusi	Kinerja unit pengolahan	Kondisi unit lengkap dan berfungsi sehingga hasil pengolahan baik	Kondisi unit pengolahan kurang lengkap tetapi hasil pengolahan cukup baik	Kondisi unit pengolahan ada yang rusak tetapi tidak mempengaruhi hasil pengolahan	Kondisi unit pengolahan ada yang rusak dan mempengaruhi hasil pengolahan	Kondisi unit pengolahan tidak berfungsi dan mempengaruhi hasil pengolahan
			Kondisi sambungan IPAL	Tidak ada bau, saluran tidak pernah tersumbat, dan pipa tidak pernah lepas	Tidak ada bau, saluran sesekali tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas	Terdapat bau sesekali, saluran sesekali tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas	Sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas	Sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa sering terlepas
			Penambahan pengguna	Terdapat penambahan > 5 pengguna dalam 2 tahun terakhir	Terdapat penambahan 2 - 5 pengguna dalam 2 tahun terakhir	Terdapat penambahan 1 pengguna dalam 2 tahun terakhir	Tidak terdapat penambahan dan pengurangan pengguna dalam 2 tahun terakhir	Terdapat pengurangan pengguna dalam 2 tahun terakhir

No	Aspek	Faktor	Sub-faktor	Pilihan				
				A	B	C	D	E
				Skor				
				5	4	3	2	1
			Cakupan pelayanan	> 5 RT	4 - 5 RT	2 - 3 RT	1 RT	< 1 RT
		Perawatan Teknologi	Perawatan secara berkala	Melakukan perawatan setiap < 6 bulan sekali	Melakukan perawatan setiap 6 - 9 bulan sekali	Melakukan perawatan setiap 9 - 12 bulan sekali	Melakukan perawatan setiap > 1 tahun sekali	Tidak melakukan perawatan



4.4. Evaluasi Keberlanjutan

4.4.1. Aspek Ekonomi

Identifikasi keberlanjutan aspek ekonomi dilakukan untuk memahami bagaimana iuran bertindak sebagai pembiayaan dan untuk memahami apakah iuran tersebut dapat membiayai operasional dan perawatan IPAL.

4.4.1.1. Faktor Iuran

Salah satu sumber pendapatan dana IPAL yaitu dari iuran pengguna IPAL. Iuran yang dilakukan juga harus melihat kondisi dari keterjangkauannya iuran yang dilakukan. Berikut Tabel 4.5. merupakan hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal dan kuesioner pengguna IPAL Komunal.

Tabel 4.5. Hasil Faktor Iuran

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Iuran	Rp 10.000/bulan	Rp 5.000/bulan	Rp 10.000/bulan
Keterjangkauan Iuran	Murah	Murah	Murah

Iuran IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo yang dilakukan kepada pengguna IPAL Komunal yaitu Rp 10.000/bulan per Sambungan Rumah (SR). Iuran IPAL Komunal Pedalangan sebesar Rp 5.000/bulan per Sambungan Rumah (SR). Menurut hasil kuesioner pengguna IPAL Komunal, iuran pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo termasuk dalam murah. Hal ini menandakan bahwa pengguna IPAL tidak merasa keberatan dengan adanya iuran dan pengguna merasa masih mampu untuk memenuhi iuran yang dilakukan.

4.4.1.2. Faktor Biaya Operasional

Dalam hal operasional IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo tidak mendapatkan APBD dari pemerintah, oleh karena itu semua biaya operasional menggunakan dana iuran pengguna IPAL Komunal. Berikut Tabel 4.6. merupakan hasil dari wawancara dengan pengelola IPAL Komunal dan data sekunder IPAL Komunal terkait faktor biaya operasional.

Tabel 4.6. Faktor Biaya Operasional

Sub Faktor		IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan	Pemasukan (2022)	Rp 8.180.000	Rp 1.465.000	Rp 5.400.000
	Pengeluaran (2022)	Rp 8.645.000	Rp 0	Rp 5.000.000
	Rekapitulasi 2022 (pemasukan – pengeluaran)	(-) Rp 465.000	Rp 1.465.000	Rp 400.000
Keberadaan dana pengembangan	-	Tidak ada dana pengembangan tetapi ada rencana untuk pengembangan	Tidak ada dana pengembangan dan tidak ada rencana untuk pengembangan	Tidak ada dana pengembangan dan tidak ada rencana untuk pengembangan

Dengan hasil rekapitulasi dan wawancara dengan pengelola IPAL Komunal, hasil dari indikator penilaian sub faktor kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan yaitu pendapatan iuran. Hasil rekapitulasi pemasukan dan pengeluaran IPAL Komunal Tegalsari pada tahun 2022 mendapatkan hasil sebesar (-) Rp 465.000. Hal ini menandakan bahwa terdapat kerugian pada tahun 2022, akan tetapi kerugian tersebut dapat diatasi dengan saldo tabungan IPAL pada tahun lalu 2021. IPAL Komunal Tegalsari mencukupi biaya operasional, gaji pengelola, dan perawatan tetapi tidak mencukupi dana untuk pengembangan. Hasil rekapitulasi pemasukan dan pengeluaran IPAL Komunal Pedalangan pada tahun 2022 mendapatkan hasil sebesar Rp 1.465.000. Hal ini menandakan bahwa dana pemasukan dari iuran mencukupi untuk pemenuhan pengeluaran IPAL. Pendapatan iuran IPAL Komunal Pedalangan pada tahun-tahun sebelumnya digunakan untuk keperluan operasional seperti perbaikan saluran yang rusak dan perawatan rutin setiap 2 tahun sekali. Pendapatan iuran IPAL Komunal Pedalangan sebenarnya mencukupi untuk biaya operasional, gaji pengelola, dan perawatan, akan tetapi pihak pengelola IPAL Komunal Pedalangan tidak ada rencana untuk melakukan pengembangan IPAL walaupun sebenarnya dana pendapatan iuran memiliki nilai *surplus*. Hasil rekapitulasi pemasukan dan pengeluaran IPAL Komunal Podorejo pada tahun 2022 mendapatkan hasil sebesar Rp 400.000. Hal ini menandakan bahwa dana pemasukan dari iuran mencukupi untuk pemenuhan pengeluaran IPAL. Pendapatan iuran IPAL Komunal Podorejo hanya mencukupi untuk biaya operasional. Hal tersebut dikarenakan pendapatan iuran IPAL Komunal Podorejo hanya cukup digunakan untuk membayar jasa

perbaikan sumbatan di saluran sistem IPAL setiap 2 minggu sekali, dan tidak mencukupi jika digunakan untuk kebutuhan lain.

IPAL Komunal Tegalsari tidak memiliki dana pengembangan, dikarenakan seluruh pendapatan digunakan untuk operasional dan perawatan. Walaupun sebenarnya pengelola IPAL Komunal Tegalsari sudah mempunyai rencana untuk melakukan penambahan Sambungan Rumah (SR), akan tetapi terbatas oleh dananya. IPAL Komunal Pedalangan tidak memiliki dana pengembangan, dikarenakan menurut hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal tidak ada rencana untuk melakukan pengembangan IPAL Komunal. Walaupun sebenarnya pendapatan iuran memiliki nilai *surplus*. IPAL Komunal Podorejo tidak memiliki dana pengembangan, dikarenakan seluruh pendapatan digunakan untuk jasa perbaikan sumbatan di saluran sistem IPAL setiap 2 minggu sekali.

4.4.2. Aspek Lingkungan

Evaluasi aspek lingkungan IPAL digunakan untuk mengetahui pengaruh IPAL terhadap jondisi lingkungan di sekitar IPAL. Pada aspek lingkungan terdapat beberapa faktor yaitu faktor teknologi pengolahan dan faktor energi.

4.4.2.1. Faktor Teknologi Pengolahan

Berikut merupakan hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal dan data sekunder IPAL Komunal.

Tabel 4.7. Hasil Faktor Teknologi Pengolahan

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Teknologi pengolahan	<i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)</i>	<i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)</i>	<i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)</i>
Ketaatan terhadap Baku Mutu Lingkungan (BML)	Semua parameter memenuhi baku mutu	1 parameter tidak memenuhi baku mutu	3 parameter tidak memenuhi baku mutu
Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	Belum ada usaha 3R tetapi sudah ada rencana untuk melakukannya	Belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya	Belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya

Teknologi pengolahan pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo menggunakan teknologi yang sama yaitu *Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)*. ABR memiliki keunggulan konstruksi yang sederhana, pengoperasian yang mudah dan ekonomis, selain itu ABR juga memiliki kelemahan yaitu efisiensi pengolahan yang terbatas dan kemungkinan lumpurnya *wash out* (Bachmann et al., 1985). Teknologi AF adalah pengolahan air limbah berbasis biofilm yang bertujuan untuk menghilangkan padatan yang terlarut dan tidak mengendap (Morel & others, 2006). Salah satu opsi untuk mengatasi kekurangan ini adalah menggabungkan teknologi ABR dan AF. Setelah proses sedimentasi dilanjutkan dengan proses ABR dan terakhir proses AF (Kurnianingtyas et al., 2020).

Berikut Tabel 4.8. merupakan tabel kualitas air *effluent* IPAL Komunal dengan Baku Mutu Lingkungan (BML). Baku Mutu Lingkungan (BML) yang digunakan yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Tabel 4.8. Hasil Effluent IPAL Komunal

Parameter	Satuan	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo	Baku Mutu Lingkungan (Permen LHK No. 68 Tahun 2016)
BOD	mg/l	16,0 ± 0,60	2,55 (Ihsan et al., 2017)	30,4 ± 1,18	30
COD	mg/l	55,0 ± 1,91	91,5 (Astika et al., 2017)	104 ± 2,20	100
TSS	mg/l	28,0 ± 0,80	62,3 (Astika et al., 2017)	72,0 ± 2,06	30
pH	-	7	6,9 (Ekemeviane et al., 2016)	7	6,0 – 9,0

Kualitas air *effluent* IPAL Komunal Tegalsari semua parameternya memenuhi baku mutu. Hal ini menandakan bahwa air *effluent* ketiga IPAL tersebut aman terhadap lingkungan di sekitar badan air yang menjadi *effluent* IPAL tersebut. Kualitas air *effluent* IPAL Komunal Pedalangan 1 parameternya tidak memenuhi baku mutu, yaitu parameter TSS. Kualitas air *effluent* IPAL Komunal Podorejo 3 parameternya tidak memenuhi baku mutu, yaitu parameter BOD, COD, dan TSS.

Berdasarkan penelitian (Prisanto, Yanuwiadi, & Soemarmo, 2015), ada beberapa cara untuk memanfaatkan *effluent* hasil pengolahan IPAL Komunal. Antara lain yaitu rumah sayur menggunakan *effluent* IPAL dan budidaya ikan menggunakan air *effluent* IPAL. Pengelola IPAL Komunal Tegalsari sebenarnya sudah pernah mencoba menggunakan air hasil pengolahan IPAL Komunal untuk menyiram tanaman dan aman digunakan, akan tetapi pengguna IPAL atau warga sekitar kurang setuju untuk penggunaan kembali air hasil pengolahan IPAL Komunal. Dikarenakan masih adanya kurang percaya kebersihan air tersebut. IPAL Komunal Pedalangan dan Podorejo belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya.

4.4.2.2. Faktor Energi

Berikut pada Tabel 4.9. merupakan hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal.

Tabel 4.9. Hasil Faktor Energi

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	Tidak menggunakan energi listrik	Tidak menggunakan energi listrik	Tidak menggunakan energi listrik

IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo semua tidak menggunakan energi listrik untuk unit pengolahannya, dikarenakan sama-sama menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)* yang merupakan sistem anaerobik. Saat ini kebanyakan IPAL komunal menggunakan sistem anaerobik karena mudah pengoperasiannya, tidak membutuhkan listrik, dan memperhitungkan kebutuhan lahan yang digunakan (Rusli & Triputera, 2016). Oleh karena itu, ketiga IPAL Komunal tersebut juga tidak menggunakan energi lain selain listrik untuk unit pengolahannya.

4.4.3. Aspek Sosial

Hak masyarakat atas pelayanan sanitasi skala rumah tangga adalah mendapatkan pelayanan sanitasi sesuai kesepakatan. Faktor dari aspek sosial penelitian ini yaitu faktor keterlibatan sosial dan faktor kesadaran sosial.

4.4.4.4. Faktor Keterlibatan Sosial

Berikut pada Tabel 4.10. merupakan hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal dan kuesioner pengguna IPAL Komunal.

Tabel 4.10. Hasil Faktor Keterlibatan Sosial

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Partisipasi masyarakat	Sekali	Setiap 2 tahun sekali	Sekali

Keterlibatan sosial IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo hanya pernah dilakukan sekali, yaitu ketika sosialisasi pembangunan IPAL Komunal. Masyarakat tersebut terlibat sebagai peserta dalam sosialisasi. Keterlibatan sosial IPAL Komunal Pedalangan dilakukan setiap 2 tahun sekali, yaitu ketika unit IPAL dilakukan perawatan dan pengurusan. Pengurusan tersebut dilakukan saat kegiatan gotong royong di RT 03 RW 04 Kelurahan Pedalangan Kecamatan Banyumanik Kota Semarang, warga membantu dalam membuka tutup unit IPAL Komunal.

4.4.4.5. Faktor Kesadaran Sosial

Berikut Tabel 4.11. merupakan hasil kuesioner pengguna IPAL Komunal.

Tabel 4.11. Hasil Faktor Kesadaran Sosial

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Pengaruh kondisi IPAL terhadap kegiatan sosial	Tidak mengganggu	Tidak mengganggu	Tidak mengganggu
Pemahaman fungsi IPAL	Memahami fungsi IPAL tetapi tidak mengetahui proses pengolahannya	Memahami fungsi IPAL tetapi tidak mengetahui proses pengolahannya	Cukup paham fungsi IPAL secara umum
Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	Berkenan	Berkenan	Berkenan

Kondisi IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo tidak mengganggu kondisi serta kegiatan sosial yang terjadi di masyarakat sekitar. Hal ini menjelaskan kondisi IPAL Komunal Tegalsari dan Pedalangan tidak menjadi hambatan maupun halangan dalam kegiatan sosial di masyarakat sekitar lokasi IPAL Komunal.

Pengguna IPAL Komunal Tegalsari dan Pedalangan mayoritas memahami fungsi IPAL tetapi tidak mengetahui proses pengolahannya. Sedangkan pengguna IPAL Komunal Podorejo mayoritas cukup paham fungsi IPAL secara umum. Beroperasinya IPAL tidak lepas dari peran

serta masyarakat. Masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan harus mengetahui dan memahami fungsi dari IPAL (Pratomo, 2022).

Pengguna IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo mayoritas berkenan untuk mengikuti kegiatan yang dilaksanakan oleh pengelola IPAL. Akan tetapi dari pihak pengelola IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo belum pernah mengajak pengguna untuk ikut melakukan kegiatan yang berkontribusi seperti perawatan rutin oleh pengguna IPAL. Sedangkan pengguna IPAL Komunal Pedalangan ikut membantu dalam perawatan unit IPAL secara berkala, yaitu setiap 2 tahun sekali.

4.4.4. Aspek Lembaga

Dalam IPAL perlu adanya suatu lembaga yang mengurus administrasi, pengolahan, dan pelayanan IPAL. Faktor pada aspek lembaga penelitian ini yaitu faktor kepengelolaan IPAL dan faktor kepuasan pengguna.

4.4.5.4. Faktor Kepengelolaan IPAL

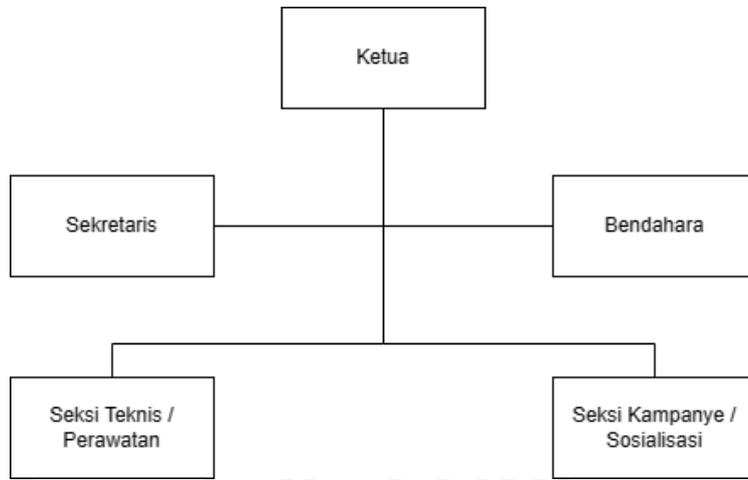
Berikut pada Tabel 4.12. merupakan hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal dan kuesioner pengguna IPAL Komunal.

Tabel 4.12. Hasil Faktor Kepengelolaan IPAL

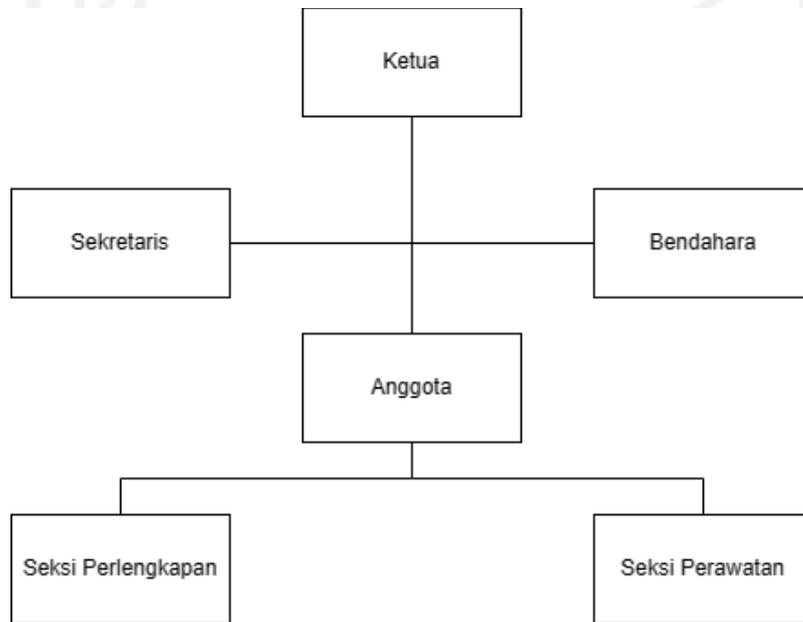
Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Keberadaan struktur pengelolaan	Terdapat pengurus yang menangani pelayanan, administrasi, dan operasional IPAL tetapi tidak terdapat SK/akte	Terdapat pengurus yang menangani pelayanan, administrasi, dan operasional IPAL tetapi tidak terdapat SK/akte	Terdapat pengurus yang menangani pelayanan, administrasi, dan operasional IPAL tetapi tidak terdapat SK/akte
Kinerja pengelola	Puas	Puas	Puas

Struktur pengelolaan pada IPAL Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo yaitu pada Gambar 4.20., 4.21., dan 4.22..

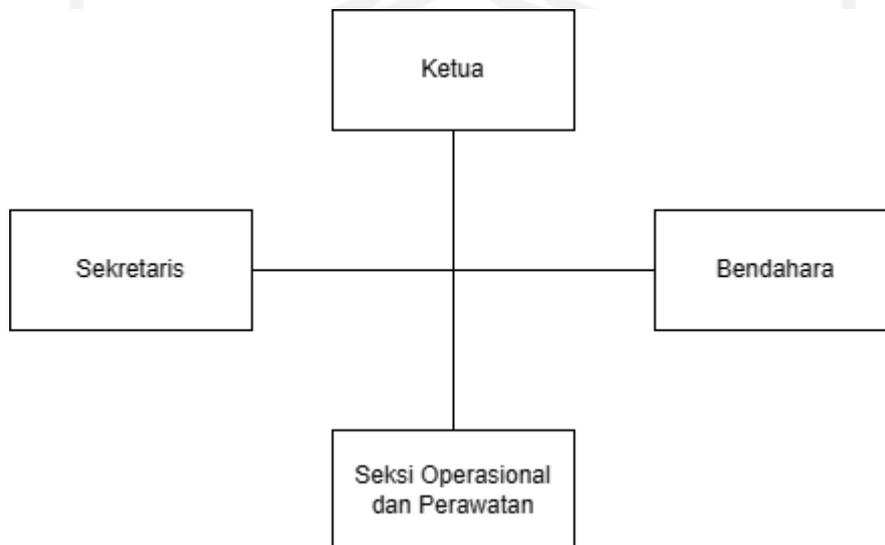
Pengelolaan Ketiga IPAL Komunal semua bagian ada yang menangani yaitu pelayanan, administrasi, dan operasional IPAL, akan tetapi tidak terdapat Surat Keterangan (SK)/akte untuk setiap pengelolanya. Namun pengelola IPAL Komunal Podorejo menyewa jasa untuk operasional seperti melakukan perbaikan sumbatan saluran pipa sistem IPAL.



Gambar 4.20. Struktur Pengelolaan IPAL Komunal Tegalsari



Gambar 4.21. Struktur Pengelolaan IPAL Komunal Pedalangan



Gambar 4.22. Struktur Pengelolaan IPAL Komunal Podorejo

Kinerja pengelola merupakan penilaian kepada pengelola IPAL Komunal dalam hal tingkat keaktifan pengelola melakukan kegiatan berupa perawatan, perbaikan, maupun penarikan iuran. Pengguna IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo mayoritas puas dengan kinerja pengelola IPAL.

4.4.5.5. Faktor Kepuasan Pengguna

Berikut pada Tabel 4.13. merupakan hasil kuesioner pengguna IPAL Komunal.

Tabel 4.13. Hasil Faktor Kepuasan Pengguna

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Kepuasan pengguna	Puas	Puas	Puas
Tanggap menghadapi pengaduan	Tanggap	Tanggap	Tanggap

Kepuasan pengguna merupakan penilaian kepada pengelola IPAL Komunal dalam hal pelayanan yang telah diberikan oleh pengelola IPAL terhadap pengguna IPAL. Pengguna IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo mayoritas puas terhadap pelayanan IPAL.

Pengguna IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo mayoritas menilai bahwa pengelola IPAL tanggap dalam menghadapi pengaduan, hal ini menandakan bahwa setiap masalah yang dilaporkan oleh pengguna telah diselesaikan dengan baik. Contoh pengaduan yang sering terjadi yaitu terjadinya sumbatan dan bau pada sistem saluran IPAL Komunal.

4.4.5. Aspek Teknis

Perlu penguatan penanganan teknis dan membuatnya lebih mandiri dalam proses pengoperasian oleh masyarakat, karena dapat menimbulkan akibat yang tidak diinginkan terhadap kualitas keluaran IPAL jika tidak dikelola secara teratur (Hafidh et al., 2016). Faktor pada aspek teknis penelitian ini yaitu faktor desain dan penerapan infrastruktur distribusi dan faktor perawatan teknologi.

4.4.5.1. Faktor Desain dan Penerapan Infrastruktur Distribusi

Berikut pada Tabel 4.14. merupakan hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal dan observasi lapangan.

Tabel 4.14. Hasil Faktor Desain dan Penerapan Infrastruktur Distribusi

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Kinerja unit pengolahan	Kondisi unit lengkap dan berfungsi	Kondisi unit lengkap dan berfungsi	Kondisi unit pengolahan ada yang rusak dan

	sehingga hasil pengolahan baik	sehingga hasil pengolahan baik	mempengaruhi hasil pengolahan
Kondisi sambungan IPAL	Tidak ada bau, saluran sesekali tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas	Tidak ada bau, saluran sesekali tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas	Sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas
Penambahan pengguna	Tidak terdapat penambahan dan pengurangan pengguna dalam 2 tahun terakhir	Tidak terdapat penambahan dan pengurangan pengguna dalam 2 tahun terakhir	Terdapat penambahan pengguna 9 Sambungan Rumah (SR) dalam 2 tahun terakhir
Cakupan pelayanan	4 RT (67 SR)	1 RT (34 SR)	3 RT (167 SR)

Berdasarkan penelitian (Lumunon et al., 2021), salah satu penyebab terjadinya pencemaran air yaitu karena kinerja unit IPAL masih kurang optimal sehingga banyak konsentrasi yang tidak diolah dan melebihi baku mutu air bersih. Kinerja unit pengolahan IPAL Komunal Tegalsari dan Pedalangan dalam kondisi unit lengkap dan berfungsi sehingga hasil pengolahan baik. Kinerja unit pengolahan IPAL Komunal Podorejo dalam kondisi unit pengolahan ada yang rusak dan mempengaruhi hasil pengolahan. Hal ini dikarenakan pada IPAL Komunal Podorejo, Sambungan Rumah (SR) bertambah cukup banyak namun tidak melakukan pengembangan kepada unit pengolahan IPAL Komunal, sehingga beban limbah yang diolah sudah melebihi kapasitas dari IPAL itu sendiri. Serta pengelola IPAL Komunal Podorejo baru mulai melakukan perawatan rutin setiap 1 tahun sekali yaitu dimulai tahun 2019, ketika pengelola digantikan oleh karang taruna setempat. Oleh karena itu pada saat ini, air hasil pengolahan IPAL tersebut berwarna hitam dan berbau. Hasil penelitian yang dilakukan (Hidayat, 2016) menunjukkan bahwa selain aspek teknis partisipasi masyarakat dalam operasi dan perawatan juga mempengaruhi kinerja IPAL.

Kondisi sambungan IPAL Komunal Tegalsari dan Pedalangan dalam kondisi tidak bau, saluran sesekali tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas. Namun hal tersebut bisa diatasi oleh pengelola IPAL Komunal. Kondisi sambungan IPAL Komunal Podorejo dalam kondisi sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas. Hal tersebut membuat pengelola IPAL harus rajin mengatasi permasalahan tersebut, berdasarkan wawancara dengan pengelola IPAL Komunal Podorejo melakukan perbaikan sumbatan saluran pipa sistem IPAL Komunal setiap 2 minggu sekali. Perilaku masyarakat yang buruk seperti ditemukannya limbah padat atau sampah yang dibuang oleh masyarakat sekitar ke dalam pipa yang dapat menyebabkan tersumbatnya sistem IPAL (Illahi & Megawati, 2022).

IPAL Komunal Tegalsari dan Pedalangan tidak terdapat penambahan dan pengurangan pengguna dalam 2 tahun terakhir, hal ini dikarenakan pada IPAL Komunal Tegalsari tidak mempunyai dana untuk menambahkan Sambungan Rumah (SR) lagi. Sedangkan pada IPAL Komunal Pedalangan sebenarnya mempunyai dana untuk menambah Sambungan Rumah (SR), akan tetapi dari pihak pengelola IPAL Komunal Pedalangan tidak ada rencana untuk menambahkan Sambungan Rumah (SR). IPAL Komunal Podorejo terdapat penambahan pengguna dengan jumlah 9 Sambungan Rumah (SR) dalam 2 tahun terakhir.

Cakupan pelayanan IPAL Komunal Tegalsari 4 RT yaitu RT 01, 02, 04, dan 05 RW 09 Kelurahan Tegalsari Kecamatan Candisari Kota Semarang. RT 03 tidak masuk dikarenakan elevasinya berada di bawah elevasi IPAL Komunal Tegalsari. Cakupan pelayanan IPAL Komunal Pedalangan 1 RT yaitu RT 03 RW 04 Kelurahan Pedalangan Kecamatan Banyumanik Kota Semarang. Berdasarkan wawancara dengan pengelola IPAL Komunal Pedalangan, pihak pengelola tidak ada rencana untuk menambahkan cakupan pelayanan ke RT lain. Cakupan pelayanan IPAL Komunal Podorejo 3 RT yaitu RT 02, 03, dan 04 RW 03 Kelurahan Podorejo Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang. RT 01 tidak masuk dikarenakan elevasinya berada di bawah elevasi IPAL Komunal Podorejo.

4.4.5.2. Faktor Perawatan Teknologi

Berikut pada Tabel 4.15. merupakan hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal.

Tabel 4.15. Hasil Faktor Perawatan Teknologi

Sub Faktor	IPAL Komunal Tegalsari	IPAL Komunal Pedalangan	IPAL Komunal Podorejo
Perawatan secara berkala	Melakukan perawatan setiap 1 tahun sekali	Melakukan perawatan setiap 2 tahun sekali	Melakukan perawatan setiap 1 tahun sekali

Perawatan IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo dilakukan setiap 1 tahun sekali, perawatan tersebut berupa pengurasan pada unit bak *settler*. Pada IPAL Komunal Tegalsari setiap pengurasan membutuhkan sekitar 3 – 4 mobil tangki, sedangkan IPAL Komunal Podorejo menggunakan mesin sedot sendiri. Akan tetapi pada IPAL Komunal Podorejo, hasil sedotan pengurasan unit bak *settler* dibuang ke badan air terdekat yaitu sungai. Perawatan IPAL Komunal Pedalangan dilakukan setiap 2 tahun sekali, perawatan tersebut berupa pengurasan pada unit bak *settler*. Setiap pengurasan membutuhkan sekitar 2 mobil tangki. Pengurasan tersebut dilakukan saat kegiatan gotong royong di RT 03 RW 04 Kelurahan

Pedalangan Kecamatan Banyumanik Kota Semarang, warga membantu dalam membuka tutup unit IPAL Komunal.

4.5. Status Tingkat Keberlanjutan IPAL Komunal

Berdasarkan penelitian (Maliga et al., 2021), indeks keberlanjutan menggunakan nilai indeks rata-rata dalam persentase sebagai berikut:

$$\text{Nilai indikator} = \frac{\sum \text{Nilai aktual indikator}}{\sum \text{Nilai maksimal indikator}} \times 100\%$$

Untuk mendapatkan indeks keberlanjutan:

1. Skor untuk satu tema dirata-rata berdasarkan aspek-aspek yang diperhatikan.
2. Menghitung indeks keberlanjutan dengan menghitung nilai rata-rata setiap aspek.

4.5.1. IPAL Komunal Tegalsari

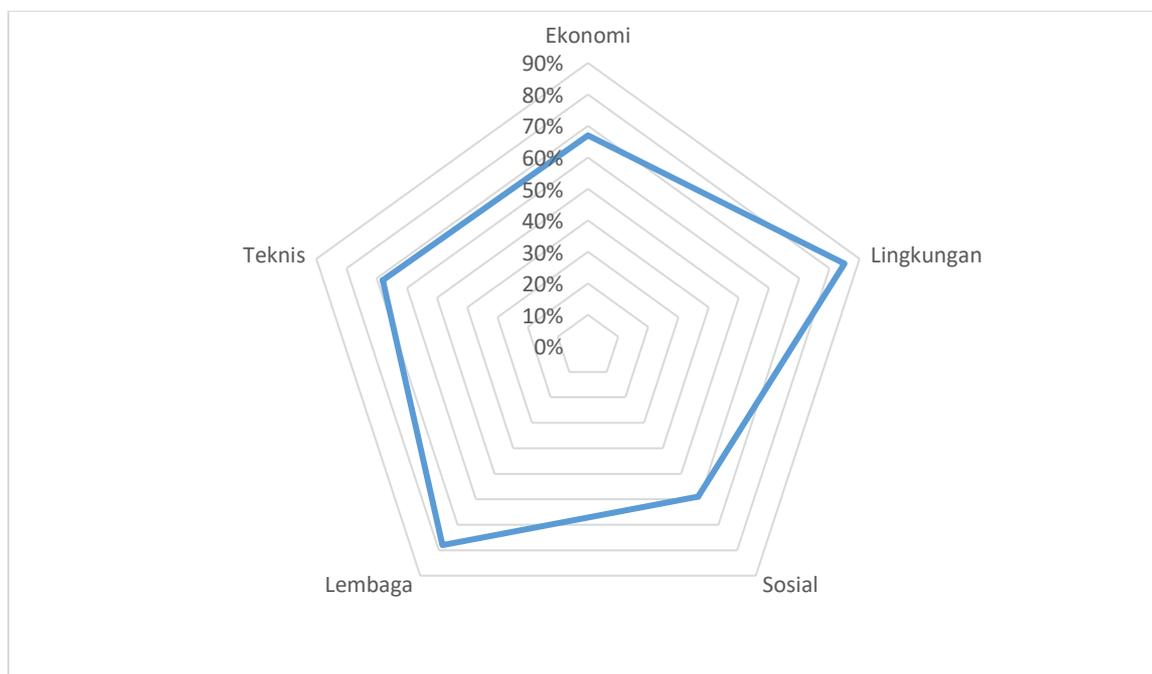
Perhitungan indeks untuk menyederhanakan analisis tingkat status keberlanjutan IPAL Komunal Tegalsari. Untuk menghasilkan indeks aspek, perlu dilakukan rata-rata hasil indeks dari masing-masing faktor. Tabel 4.16. berikut menunjukkan rekapitulasi perhitungan *scoring* pada IPAL Komunal Tegalsari.

Tabel 4.16. Rekapitulasi Hasil *Scoring* IPAL Komunal Tegalsari

Aspek	Faktor	Sub Faktor	Indeks Sub Faktor	Indeks Faktor	Indeks Aspek
Ekonomi	Iuran	Keberadaan iuran masyarakat	80%	74%	67%
		Keterjangkauan iuran	67%		
	Biaya Operasional	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan	80%	60%	
		Keberadaan dana pengembangan	40%		
Lingkungan	Teknologi Pengolahan	Ketaatan terhadap Baku Mutu Lingkungan (BML)	100%	70%	85%

		Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	40%		
	Energi	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	100%		
Sosial	Keterlibatan	Partisipasi masyarakat	40%	40%	59%
	Kesadaran Sosial	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kondisi sosial	100%	78%	
		Pemahaman fungsi IPAL	68%		
		Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	66%		
Lembaga	Kepengelolaan IPAL	Keberadaan struktur pengelolaan	80%	78%	78%
		Kinerja pengelola	76%		
	Kepuasan pengguna	Kepuasan pengguna	77%	78%	
		Tanggap menghadapi pengaduan	79%		
Teknis	Desain dan penerapan infrastruktur distribusi	Kinerja unit pengolahan	100%	75%	68%
		Kondisi sambungan IPAL	80%		
		Penambahan pengguna	40%		
		Cakupan pelayanan	80%		
	Perawatan Teknologi	Perawatan secara berkala	60%	60%	

Dari hasil perhitungan indeks status keberlanjutan dapat dikatakan bahwa pada IPAL Komunal Tegalsari aspek lingkungan memiliki indeks status keberlanjutan tertinggi dengan nilai 85%. Dari hasil tabel rekapitulasi pada Tabel 4.16., grafik radar dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4.23. Pemetaan *Scoring* IPAL Komunal Tegalsari

Grafik radar pada Gambar 4.23. menggambarkan pemetaan nilai persentase aspek pada IPAL Komunal Tegalsari. Aspek lingkungan IPAL Komunal Tegalsari memiliki nilai yang paling tinggi daripada aspek yang lainnya, dengan nilai 85% yang termasuk berkelanjutan.

4.5.2. IPAL Komunal Pedalangan

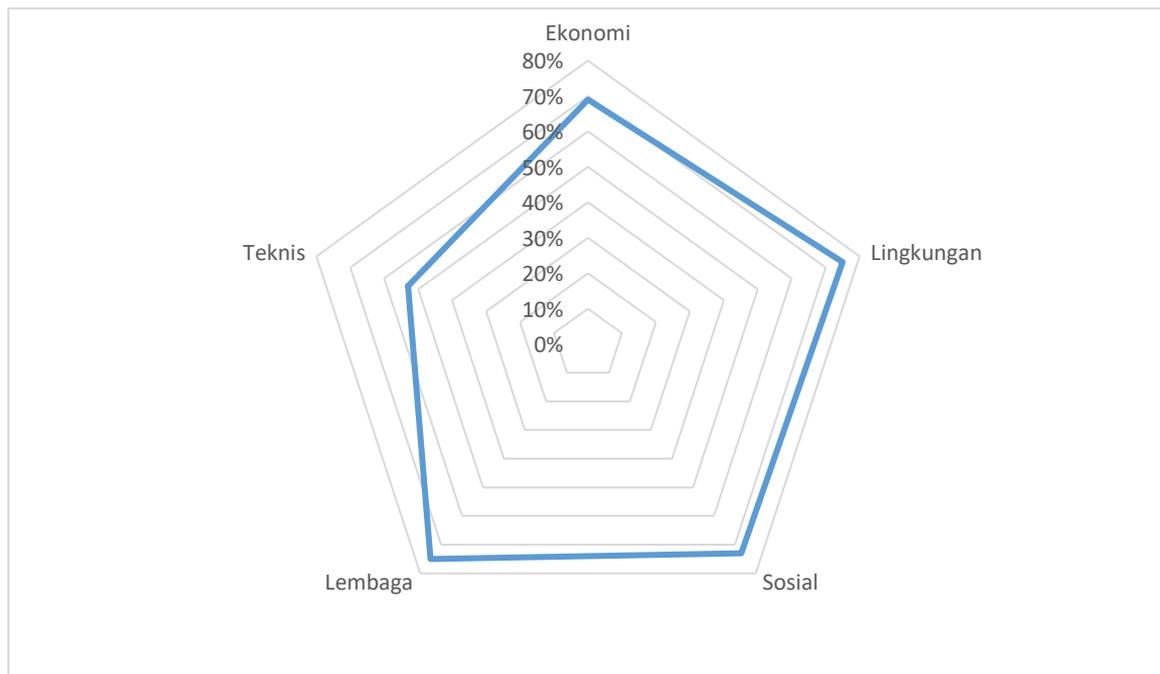
Perhitungan indeks untuk menyederhanakan analisis tingkat status keberlanjutan IPAL Komunal Pedalangan. Untuk menghasilkan indeks aspek, perlu dilakukan rata-rata hasil indeks dari masing-masing faktor. Tabel 4.17. berikut menunjukkan rekapitulasi perhitungan *scoring* pada IPAL Komunal Pedalangan.

Tabel 4.17. Rekapitulasi Hasil *Scoring* IPAL Komunal Pedalangan

Aspek	Faktor	Sub Faktor	Indeks Sub Faktor	Indeks Faktor	Indeks Aspek
Ekonomi	Iuran	Keberadaan iuran masyarakat	80%	77%	69%
		Keterjangkauan iuran	75%		
	Biaya Operasional	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan	100%	60%	

		Keberadaan dana pengembangan	20%		
Lingkungan	Teknologi Pengolahan	Ketaatan terhadap Baku Mutu Lingkungan (BML)	80%	50%	75%
		Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	20%		
	Energi	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	100%	100%	
Sosial	Keterlibatan	Partisipasi masyarakat	60%	60%	73%
	Kesadaran Sosial	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kondisi sosial	99%	85%	
		Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	78%		
Lembaga	Kepengelolaan IPAL	Keberadaan struktur pengelolaan	80%	77%	75%
		Kinerja pengelola	73%		
	Kepuasan pengguna	Kepuasan pengguna	69%	73%	
	Tanggap menghadapi pengaduan	77%			
Teknis	Desain dan penerapan infrastruktur distribusi	Kinerja unit pengolahan	100%	65%	53%
		Kondisi sambungan IPAL	80%		
		Penambahan pengguna	40%		
		Cakupan pelayanan	40%		
	Perawatan Teknologi	Perawatan secara berkala	40%	40%	

Dari hasil perhitungan indeks status keberlanjutan dapat dikatakan bahwa pada IPAL Komunal Pedalangan aspek lingkungan dan lembaga memiliki indeks status keberlanjutan tertinggi dengan nilai 75%, yang didapatkan dari hasil rata-rata faktor aspek lingkungan dan lembaga. Dari hasil tabel rekapitulasi pada Tabel 4.17., grafik radar dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4.24. Pemetaan *Scoring* IPAL Komunal Pedalangan

Grafik radar pada Gambar 4.24. menggambarkan pemetaan nilai persentase aspek pada IPAL Komunal Pedalangan. Aspek lingkungan dan lembaga IPAL Komunal Pedalangan memiliki nilai yang paling tinggi daripada aspek yang lainnya, dengan nilai 75% yang termasuk cukup berkelanjutan.

4.5.3. IPAL Komunal Podorejo

Perhitungan indeks untuk menyederhanakan analisis tingkat status keberlanjutan IPAL Komunal Podorejo. Untuk menghasilkan indeks aspek, perlu dilakukan rata-rata hasil indeks dari masing-masing faktor. Tabel 4.18. berikut menunjukkan rekapitulasi perhitungan *scoring* pada IPAL Komunal Podorejo.

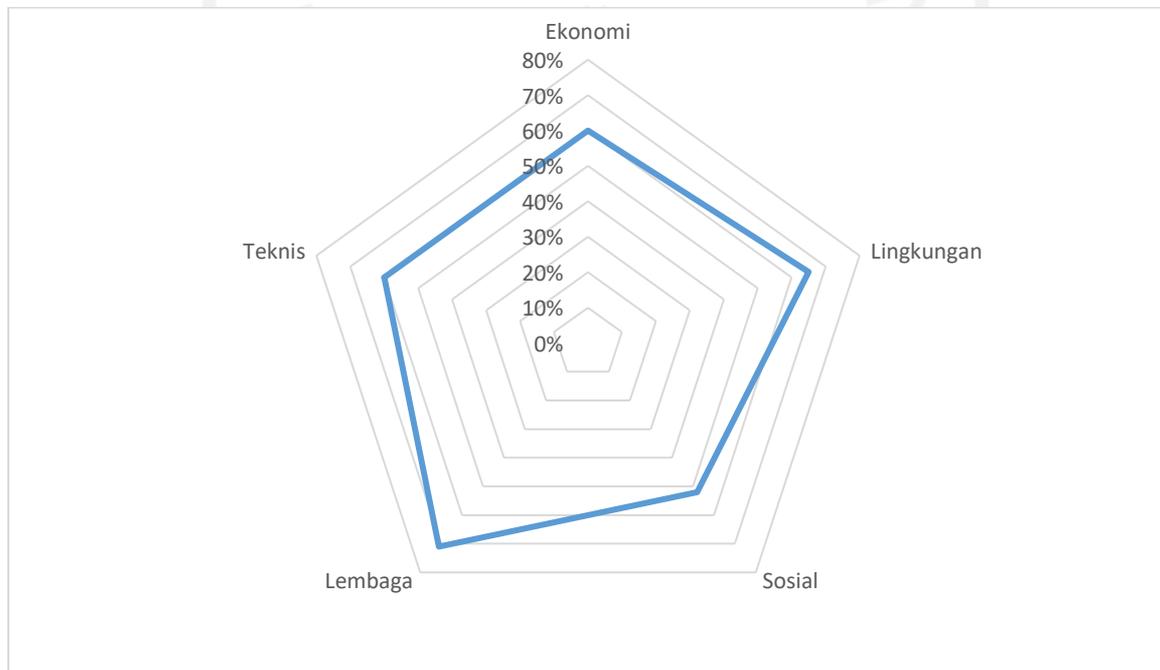
Tabel 4.18. Rekapitulasi Hasil *Scoring* IPAL Komunal Podorejo

Aspek	Faktor	Sub Faktor	Indeks Sub Faktor	Indeks Faktor	Indeks Aspek
Ekonomi	Iuran	Keberadaan iuran masyarakat	80%	80%	60%

		Keterjangkauan iuran	80%		
	Biaya Operasional	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan	60%	40%	
		Keberadaan dana pengembangan	20%		
Lingkungan	Teknologi Pengolahan	Ketaatan terhadap Baku Mutu Lingkungan (BML)	40%	30%	65%
		Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	20%		
	Energi	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	100%	100%	
Sosial	Keterlibatan	Partisipasi masyarakat	40%	40%	52%
	Kesadaran Sosial	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kondisi sosial	81%	64%	
		Pemahaman fungsi IPAL	51%		
		Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	62%		
Lembaga	Kepengelolaan IPAL	Keberadaan struktur pengelolaan	80%	73%	71%
		Kinerja pengelola	65%		
	Kepuasan pengguna	Kepuasan pengguna	68%	70%	
		Tanggap menghadapi pengaduan	72%		
Teknis	Desain dan penerapan	Kinerja unit pengolahan	40%	60%	60%

	infrastruktur distribusi	Kondisi sambungan IPAL	40%		
		Penambahan pengguna	100%		
		Cakupan pelayanan	60%		
	Perawatan Teknologi	Perawatan secara berkala	60%	60%	

Dari hasil perhitungan indeks status keberlanjutan dapat dikatakan bahwa pada IPAL Komunal Podorejo aspek lembaga memiliki indeks status keberlanjutan tertinggi dengan nilai 71%. Dari hasil tabel rekapitulasi pada Tabel 4.18., grafik radar dapat digambarkan sebagai berikut.

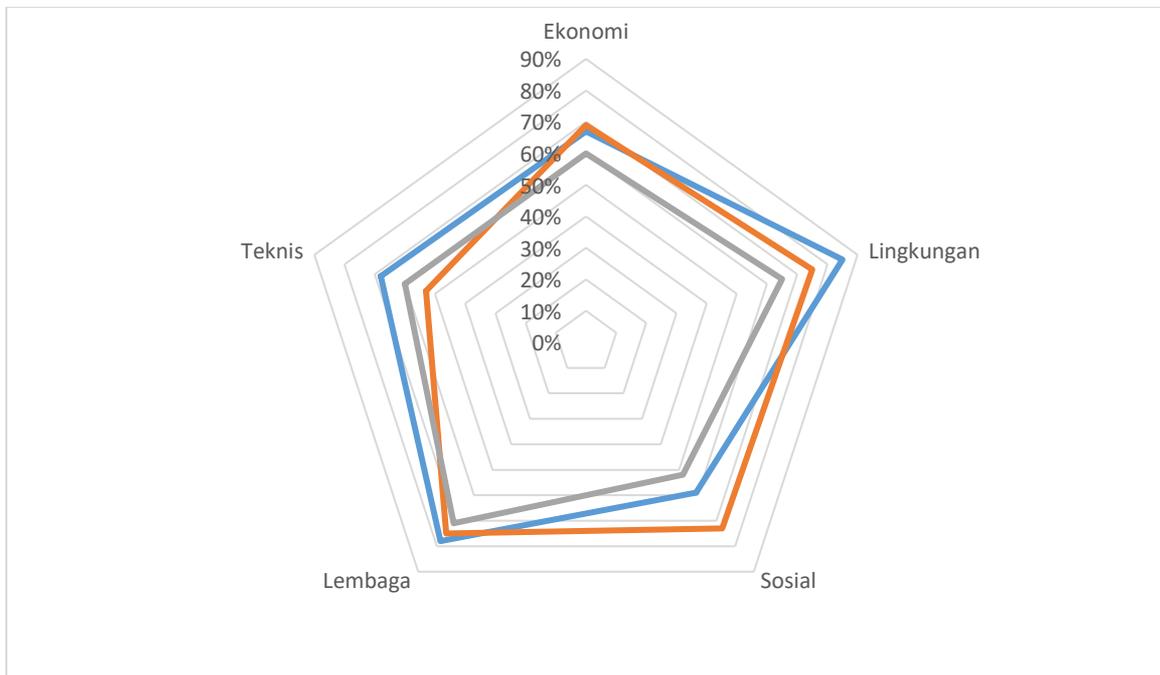


Gambar 4.25. Pemetaan *Scoring* IPAL Komunal Podorejo

Grafik radar pada Gambar 4.25. menggambarkan pemetaan nilai persentase aspek pada IPAL Komunal Podorejo. Aspek lembaga IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai yang paling tinggi daripada aspek yang lainnya, dengan nilai 71% yang termasuk cukup berkelanjutan.

4.5.4. Pemetaan Perbandingan IPAL Komunal Tegalasari, Pedalangan, dan Podorejo

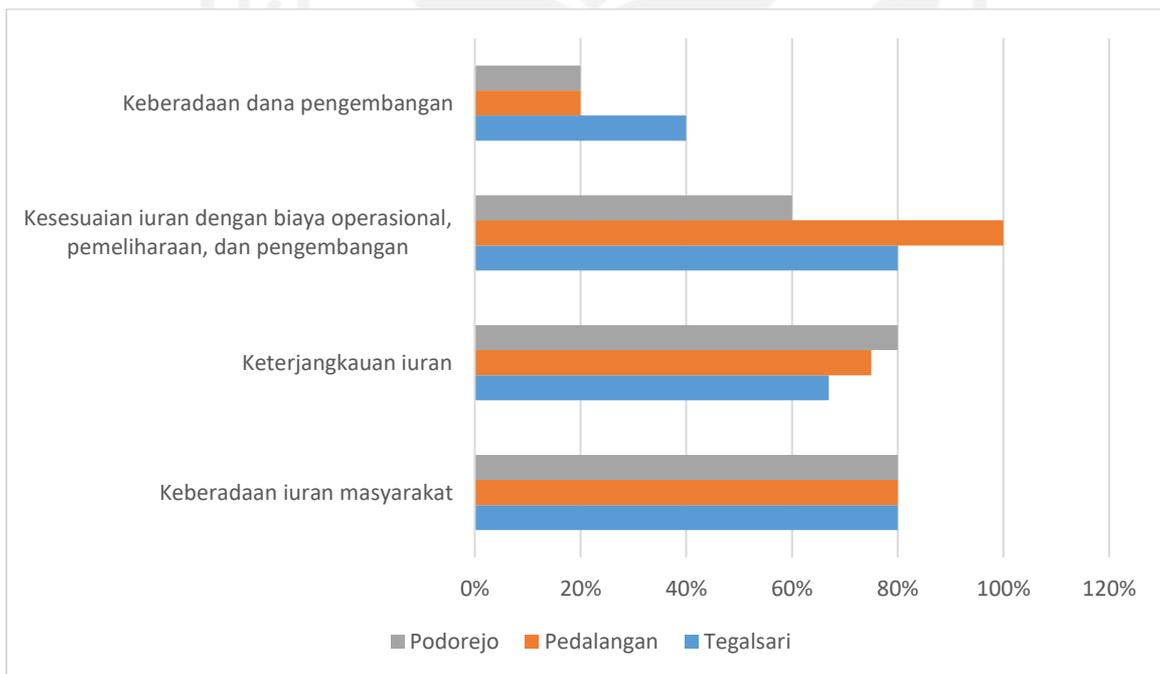
Untuk melihat perbandingan hasil evaluasi perhitungan *scoring*, dapat dilihat dengan grafik radar di bawah ini.



Gambar 4.26. Pemetaan Perbandingan Hasil *Scoring* IPAL Komunal

4.6. Perbandingan Tingkat Keberlanjutan IPAL Komunal

4.6.1. Aspek Ekonomi



Gambar 4.27. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Ekonomi IPAL Komunal

Gambar 4.27. di atas merupakan perbandingan tingkat keberlanjutan aspek ekonomi dari IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Pada sub faktor keberadaan iuran masyarakat, IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo memiliki tingkat

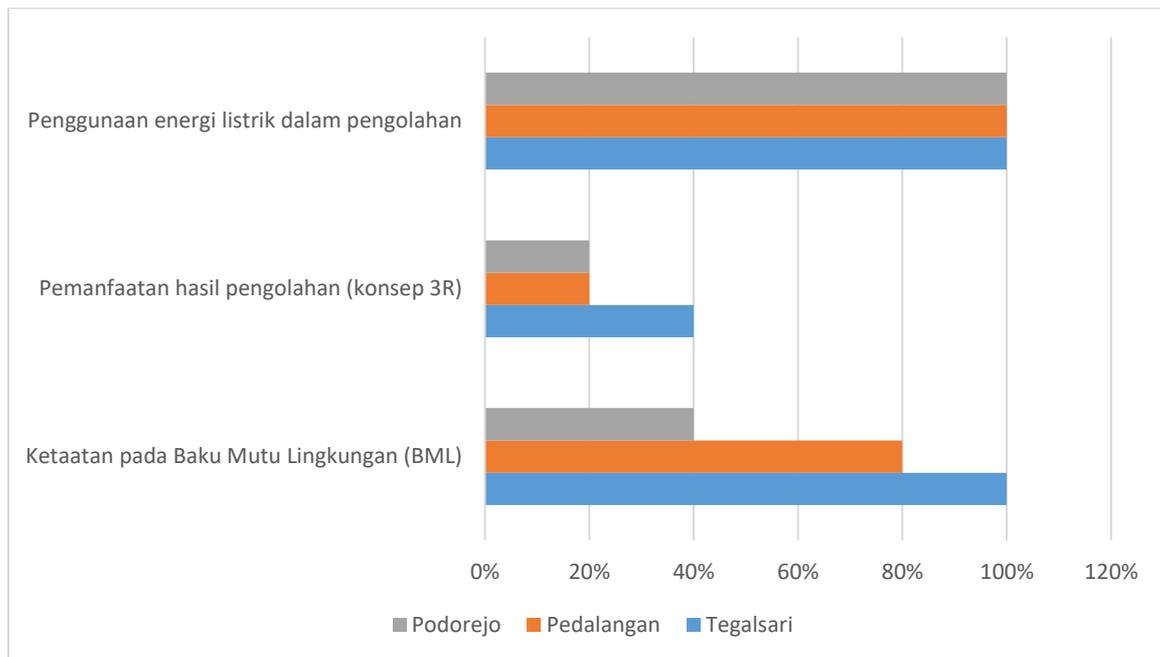
keberlanjutan yang sama yaitu 80%. Hal ini dikarenakan nilai iuran pada ketiga IPAL tersebut masuk ke dalam kategori penilaian “Rp 5.000 – Rp 10.000/bulan dengan nilai *scoring* 4. Pada IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo melakukan iuran sebesar Rp 10.000/bulan, sedangkan pada IPAL Komunal Pedalangan melakukan iuran sebesar Rp 5.000/bulan.

Pada sub faktor keterjangkauan iuran, IPAL Komunal Tegalsari memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 67%. Hal ini menandakan bahwa mayoritas pengguna IPAL Komunal Tegalsari menganggap iuran yang dilakukan murah, akan tetapi ada beberapa pengguna IPAL yang berpendapat bahwa iuran tersebut termasuk kategori sedang.

Pada sub faktor kesesuaian iuran dengan biaya operasional, perawatan, dan pengembangan, IPAL Komunal Podorejo memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 60%. Hal ini dikarenakan pendapatan iuran IPAL Komunal Podorejo hanya mencukupi untuk biaya operasional. Hal tersebut dikarenakan pendapatan iuran IPAL Komunal Podorejo hanya cukup digunakan untuk membayar jasa perbaikan sumbatan di saluran sistem IPAL setiap 2 minggu sekali, dan tidak mencukupi jika digunakan untuk kebutuhan lain. Untuk perawatan rutin pada IPAL Komunal Podorejo tidak mengeluarkan biaya, karena sudah memiliki alat sedot sendiri.

Pada sub faktor keberadaan dana pengembangan, IPAL Komunal Pedalangan dan Podorejo memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 20%. Hal ini dikarenakan IPAL Komunal Pedalangan dan Podorejo tidak memiliki dana pengembangan, dan tidak ada rencana pengembangan. IPAL Komunal Pedalangan tidak memiliki dana pengembangan, dikarenakan menurut hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal tidak ada rencana untuk melakukan pengembangan IPAL Komunal. Walaupun sebenarnya pendapatan iuran memiliki nilai *surplus*. IPAL Komunal Podorejo tidak memiliki dana pengembangan, dikarenakan seluruh pendapatan digunakan untuk jasa perbaikan sumbatan di saluran sistem IPAL setiap 2 minggu sekali.

4.6.2. Aspek Lingkungan



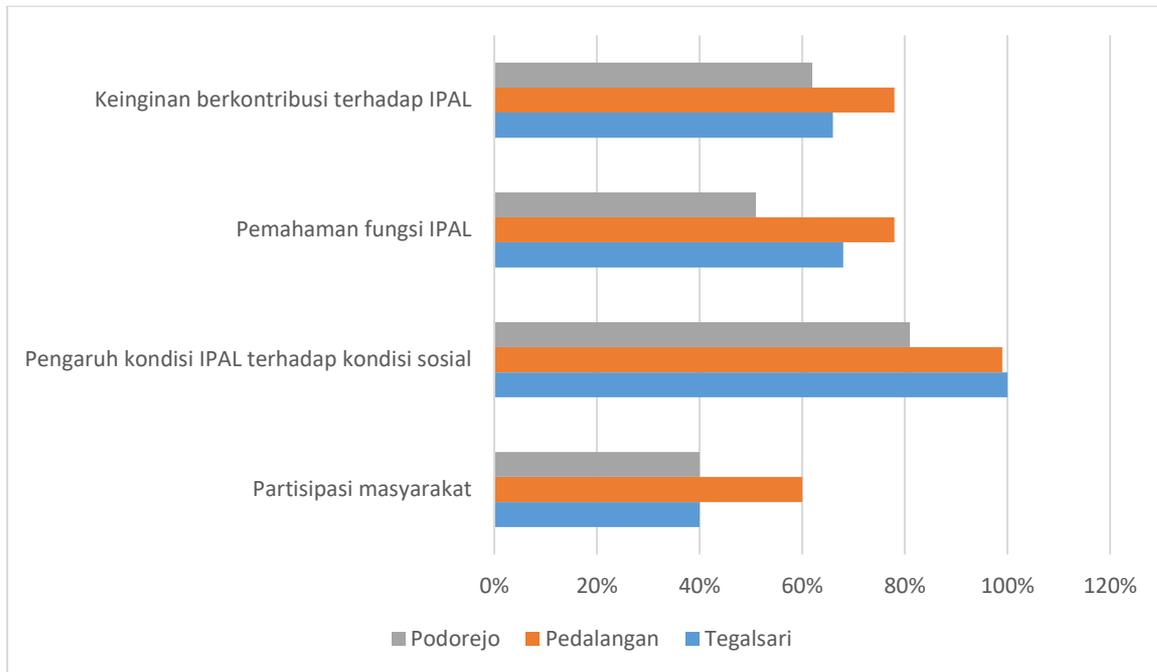
Gambar 4.28. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Lingkungan IPAL Komunal

Gambar 4.28. di atas merupakan perbandingan tingkat keberlanjutan aspek lingkungan dari IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Pada sub faktor ketaatan pada Baku Mutu Lingkungan (BML), IPAL Komunal Podorejo memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 40%. Hal ini dikarenakan kualitas air *effluent* IPAL Komunal Podorejo pada parameter BOD, COD, dan TSS tidak memenuhi baku mutu.

Pada sub faktor pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R), IPAL Komunal Pedalangan dan Podorejo memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 20%. Hal ini dikarenakan IPAL Komunal Pedalangan dan Podorejo belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya.

Pada sub faktor penggunaan energi listrik dalam pengolahan, IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo memiliki tingkat keberlanjutan yang sama yaitu 100%. Hal ini dikarenakan IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo semua tidak menggunakan energi listrik untuk unit pengolahannya, dikarenakan sama-sama menggunakan teknologi *Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Anaerobic Filter (AF)* yang merupakan sistem anaerobik. Saat ini kebanyakan IPAL komunal menggunakan sistem anaerobik karena mudah pengoperasiannya, tidak membutuhkan listrik, dan memperhitungkan kebutuhan lahan yang digunakan (Rusli & Triputera, 2016).

4.6.3. Aspek Sosial



Gambar 4.29. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Sosial IPAL Komunal

Gambar 4.29. di atas merupakan perbandingan tingkat keberlanjutan aspek sosial dari IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Pada sub faktor partisipasi masyarakat, IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 40%. Hal ini dikarenakan partisipasi masyarakat IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo hanya pernah dilakukan sekali, yaitu ketika sosialisasi pembangunan IPAL Komunal.

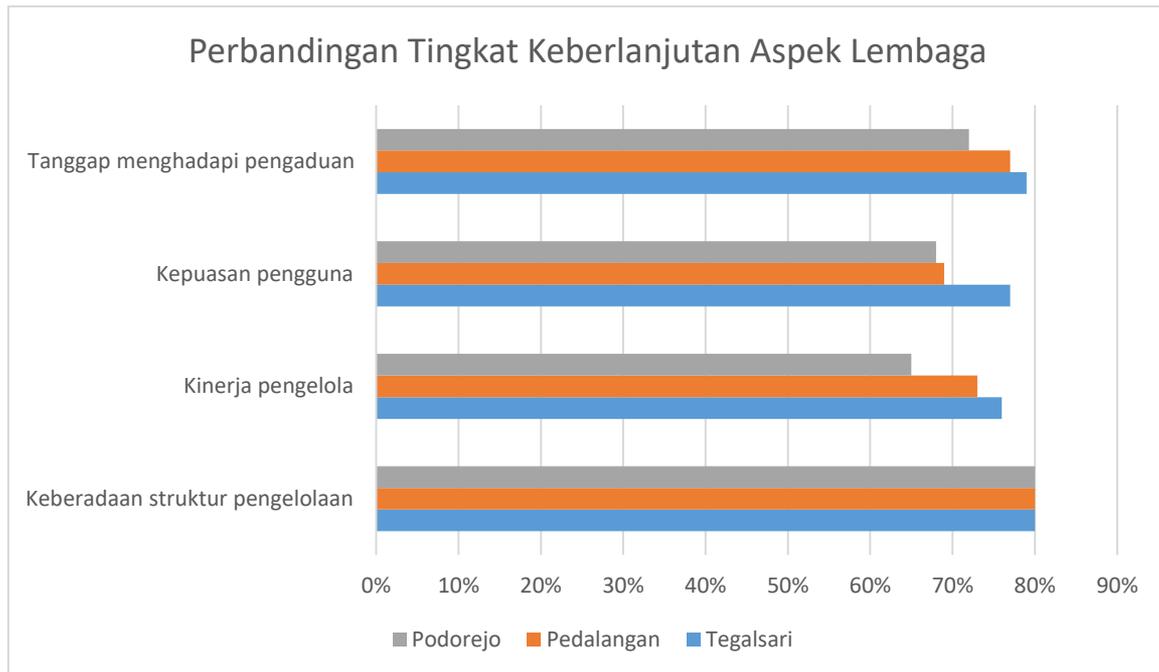
Pada sub faktor pengaruh kondisi IPAL terhadap kondisi sosial, IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 81%. Hal ini menandakan mayoritas pengguna IPAL Komunal Podorejo merasa tidak terganggu dengan kondisi IPAL saat melakukan aktivitas, akan tetapi ada beberapa pengguna yang merasa kadang terganggu dengan kondisi IPAL ketika melakukan aktivitas.

Pada sub faktor pemahaman fungsi IPAL, IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 51%. Hal ini dikarenakan pengguna IPAL Komunal Podorejo mayoritas cukup paham fungsi IPAL secara umum. Beroperasinya IPAL tidak lepas dari peran serta masyarakat. Masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan harus mengetahui dan memahami fungsi dari IPAL (Pratomo, 2022).

Pada sub faktor keinginan berkontribusi terhadap IPAL, IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 62%. Hal ini dikarenakan Pengguna IPAL Komunal Podorejo mayoritas berkenan untuk mengikuti kegiatan yang dilaksanakan oleh pengelola IPAL, akan tetapi ada beberapa pengguna IPAL yang cukup

berkenan dan kurang berkenan untuk mengikuti kegiatan yang dilaksanakan oleh pengelola IPAL. Pengelola IPAL Komunal Podorejo belum pernah mengajak pengguna untuk ikut melakukan kegiatan yang berkontribusi seperti perawatan rutin oleh pengguna IPAL.

4.6.4. Aspek Lembaga



Gambar 4.30. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Lembaga IPAL Komunal

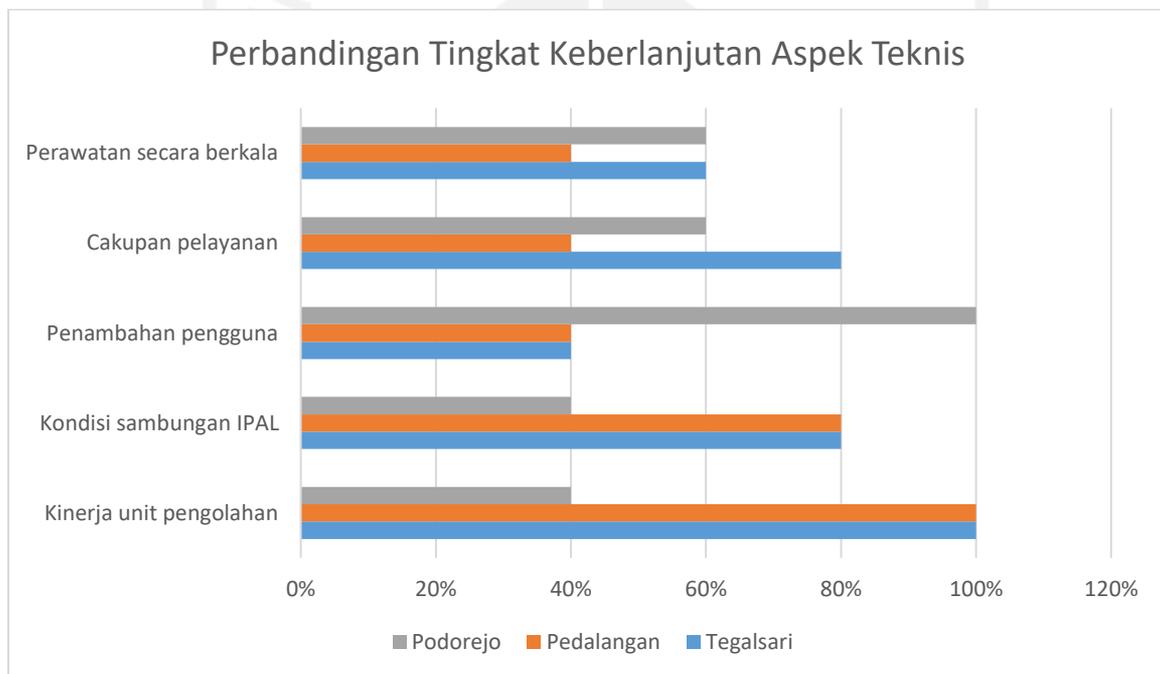
Gambar 4.30. di atas merupakan perbandingan tingkat keberlanjutan aspek lembaga dari IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Pada sub faktor keberadaan struktur pengelolaan, IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang sama yaitu 80%. Pengelolaan Ketiga IPAL Komunal tersebut semua bagian ada yang menangani yaitu pelayanan, administrasi, dan operasional IPAL, akan tetapi tidak terdapat Surat Keterangan (SK)/akte untuk setiap pengelolanya. Namun pengelola IPAL Komunal Podorejo menyewa jasa untuk operasional seperti melakukan perbaikan sumbatan saluran pipa sistem IPAL.

Pada sub faktor kinerja pengelola, IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 65%. Hal ini menandakan bahwa pengguna IPAL Komunal Podorejo mayoritas puas dengan kinerja pengelola IPAL Komunal Podorejo, akan tetapi ada beberapa pengguna IPAL Komunal Podorejo merasa cukup puas dan kurang puas dengan kinerja pengelola IPAL. Kinerja pengelola merupakan penilaian kepada pengelola IPAL Komunal dalam hal tingkat keaktifan pengelola melakukan kegiatan berupa perawatan, perbaikan, maupun penarikan iuran.

Pada sub faktor kepuasan pengguna, IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 68%. Hal ini menandakan pengguna IPAL Komunal Podorejo mayoritas puas terhadap pelayanan IPAL, akan tetapi ada beberapa pengguna yang merasa cukup puas dan kurang puas dengan pelayanan IPAL. Kepuasan pengguna merupakan penilaian kepada pengelola IPAL Komunal dalam hal pelayanan yang telah diberikan oleh pengelola IPAL terhadap pengguna IPAL.

Pada sub faktor tanggap menghadapi pengaduan, IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 72%. Hal ini menandakan pengguna IPAL Komunal Podorejo mayoritas menilai bahwa pengelola IPAL Komunal tanggap dalam menghadapi pengaduan, Akan tetapi ada beberapa pengguna IPAL merasa cukup tanggap dan kurang tanggap dalam menghadapi pengaduan.

4.6.5. Aspek Teknis



Gambar 4.31. Grafik Perbandingan Tingkat Keberlanjutan Aspek Teknis IPAL Komunal

Gambar 4.31. di atas merupakan perbandingan tingkat keberlanjutan aspek teknis dari IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo. Pada sub faktor kinerja unit pengolahan, IPAL Komunal Podorejo memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 40%. Hal ini dikarenakan pada IPAL Komunal Podorejo, Sambungan Rumah (SR) bertambah cukup banyak namun tidak melakukan pengembangan kepada unit pengolahan IPAL Komunal, sehingga beban limbah yang diolah sudah melebihi kapasitas dari IPAL itu sendiri. Serta pengelola IPAL Komunal Podorejo baru mulai melakukan perawatan rutin setiap 1 tahun sekali

yaitu dimulai tahun 2019, ketika pengelola digantikan oleh karang taruna setempat. Oleh karena itu pada saat ini, air hasil pengolahan IPAL tersebut berwarna hitam dan berbau.

Pada sub faktor kondisi sambungan IPAL, IPAL Komunal Podorejo memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 40%. Hal ini dikarenakan kondisi sambungan IPAL Komunal Podorejo dalam kondisi sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas. Hal tersebut membuat pengelola IPAL harus rajin mengatasi permasalahan tersebut, berdasarkan wawancara dengan pengelola IPAL Komunal Podorejo melakukan perbaikan sumbatan saluran pipa sistem IPAL Komunal setiap 2 minggu sekali.

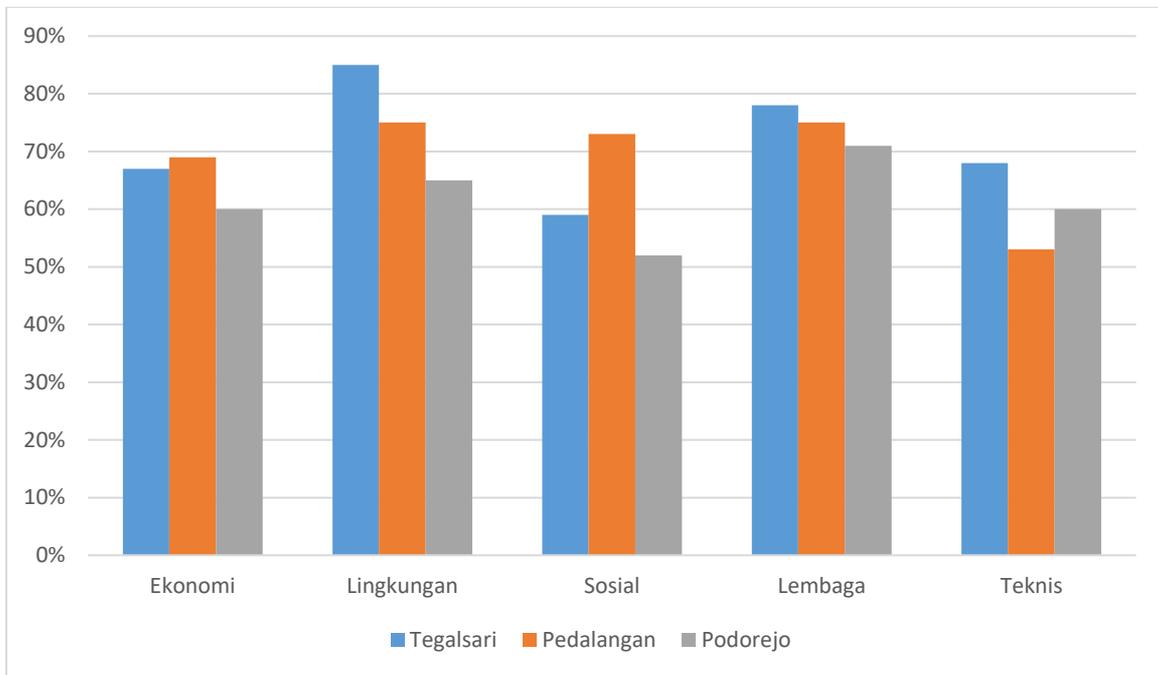
Pada sub faktor penambahan pengguna, IPAL Komunal Tegalsari dan Pedalangan memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 40%. Hal ini dikarenakan pada IPAL Komunal Tegalsari tidak mempunyai dana untuk menambahkan Sambungan Rumah (SR) lagi. Sedangkan pada IPAL Komunal Pedalangan sebenarnya mempunyai dana untuk menambah Sambungan Rumah (SR), akan tetapi dari pihak pengelola IPAL Komunal Pedalangan tidak ada rencana untuk menambahkan Sambungan Rumah (SR).

Pada sub faktor cakupan pelayanan, IPAL Komunal Pedalangan memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 40%. Hal ini dikarenakan cakupan pelayanan IPAL Komunal Pedalangan hanya 1 RT yaitu RT 03 RW 04 Kelurahan Pedalangan Kecamatan Banyumanik Kota Semarang. Berdasarkan wawancara dengan pengelola IPAL Komunal Pedalangan, pihak pengelola tidak ada rencana untuk menambahkan cakupan pelayanan ke RT lain.

Pada sub faktor perawatan secara berkala, IPAL Komunal Pedalangan memiliki tingkat keberlanjutan yang paling rendah yaitu 40%. Hal ini dikarenakan IPAL Komunal Pedalangan melakukan perawatan rutin dengan rentang waktu setiap 2 tahun sekali. Namun hal itu dilakukan karena menurut pengelola IPAL, melakukan perawatan rutin setiap 2 tahun sekali sudah cukup dan lebih menghemat biaya daripada melakukannya setiap 1 tahun sekali. Melihat hal ini bisa terjadi dikarenakan jumlah Sambungan Rumah (SR) di IPAL Komunal Pedalangan lebih sedikit daripada IPAL Komunal Tegalsari dan Podorejo.

4.6.6. Rekapitulasi Perbandingan IPAL Komunal

Berikut Gambar 4.32. adalah grafik hasil rekapitulasi perbandingan indeks aspek tingkat keberlanjutan pada IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo.



Gambar 4.32. Rekapitulasi Perbandingan Aspek pada IPAL Komunal

Berikut pada Tabel 4.19. hasil perbandingan indeks status tingkat keberlanjutan IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo.

Dari Tabel 4.19. IPAL Komunal Tegalsari memiliki nilai indeks tingkat keberlanjutan 71% yang artinya cukup berkelanjutan, IPAL Komunal Pedalangan memiliki nilai indeks tingkat keberlanjutan 69% yang artinya cukup berkelanjutan, dan IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai indeks tingkat keberlanjutan 62% yang artinya cukup berkelanjutan. Dapat disimpulkan bahwa ketiga IPAL tersebut masuk ke dalam kategori cukup berkelanjutan, akan tetapi nilai indeks tingkat keberlanjutan dari yang terbesar dan terkecil secara berurutan yaitu dimiliki oleh IPAL Komunal Tegalsari, IPAL Komunal Pedalangan, IPAL Komunal Podorejo.

Tabel 4.19. Hasil *Scoring* Perbandingan Status Keberlanjutan pada IPAL Komunal

IPAL Komunal Tegalsari				IPAL Komunal Pedalangan				IPAL Komunal Podorejo			
Aspek	Indeks Aspek	Keterangan	Indeks Status Keberlanjutan	Aspek	Indeks Aspek	Keterangan	Indeks Status Keberlanjutan	Aspek	Indeks Aspek	Keterangan	Indeks Status Keberlanjutan
Ekonomi	67%	Cukup berkelanjutan	71%	Ekonomi	69%	Cukup berkelanjutan	69%	Ekonomi	60%	Cukup berkelanjutan	62%
Lingkungan	85%	Berkelanjutan		Lingkungan	75%	Cukup berkelanjutan		Lingkungan	65%	Cukup berkelanjutan	
Sosial	59%	Cukup berkelanjutan		Sosial	73%	Cukup berkelanjutan		Sosial	52%	Cukup berkelanjutan	
Lembaga	78%	Berkelanjutan		Lembaga	75%	Cukup berkelanjutan		Lembaga	71%	Cukup berkelanjutan	
Teknis	68%	Cukup berkelanjutan		Teknis	53%	Cukup berkelanjutan		Teknis	60%	Cukup berkelanjutan	

4.7. Analisis Keberlanjutan IPAL Komunal

4.7.1. IPAL Komunal Tegalsari

Aspek ekonomi IPAL Komunal Tegalsari mendapatkan nilai indeks 67% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek ekonomi IPAL Komunal Tegalsari yaitu sub faktor keberadaan dana pengembangan dengan nilai 40%. Hal ini dikarenakan seluruh pendapatan digunakan untuk operasional dan perawatan. Walaupun sebenarnya pengelola IPAL Komunal Tegalsari sudah mempunyai rencana untuk melakukan penambahan Sambungan Rumah (SR), akan tetapi terbatas oleh dananya. Untuk mencapai keberlanjutan IPAL, perlu dilakukan pengembangan IPAL yang manfaatnya dapat dirasakan oleh pengelola dan pengguna (Prisanto, Yanuwiadi, & Soemarmo, 2015).

Aspek lingkungan IPAL Komunal Tegalsari mendapatkan nilai indeks 85% yang artinya berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek lingkungan IPAL Komunal Tegalsari yaitu sub faktor pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R) dengan nilai 40%. Hal ini dikarenakan belum ada usaha 3R tetapi sudah ada rencana untuk melakukannya. Pengelola IPAL Komunal Tegalsari sebenarnya sudah pernah mencoba menggunakan air hasil pengolahan IPAL Komunal untuk menyiram tanaman dan aman digunakan, akan tetapi pengguna IPAL atau warga sekitar kurang setuju untuk penggunaan kembali air hasil pengolahan IPAL Komunal. Dikarenakan masih adanya kurang percaya kebersihan air tersebut. Adanya kekhawatiran akan intervensi manusia terhadap air, penyediaan air bersih yang tidak merata, dan pengelolaan air limbah domestik yang tidak tepat membuat proses pengolahan untuk penggunaan kembali air limbah domestik menjadi isu penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan air untuk konsumsi atau kegiatan pertanian (Shankhwar et al., 2015).

Aspek sosial IPAL Komunal Tegalsari mendapatkan nilai indeks 59% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek sosial IPAL Komunal Tegalsari yaitu sub faktor partisipasi masyarakat dengan nilai 40%. Partisipasi masyarakat IPAL Komunal Tegalsari hanya pernah dilakukan sekali, yaitu ketika sosialisasi pembangunan IPAL Komunal. Partisipasi masyarakat akan terjadi jika pelaku atau pelaksana program di wilayahnya adalah orang-orang, organisasi atau lembaga yang dipercaya integritasnya dan jika program tersebut menyentuh inti masalah yang dirasakan dan dapat bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat (Sumastono, 2013).

Aspek lembaga IPAL Komunal Tegalsari mendapatkan nilai indeks 78% yang artinya berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek lembaga IPAL Komunal Tegalsari yaitu sub faktor kinerja pengelola dengan nilai 76%. Kinerja pengelola merupakan

penilaian kepada pengelola IPAL Komunal dalam hal tingkat keaktifan pengelola melakukan kegiatan berupa perawatan, perbaikan, maupun penarikan iuran. Pengguna IPAL Komunal Tegalsari sebenarnya mayoritas sudah puas dengan kinerja pengelola IPAL Komunal Tegalsari. Akan tetapi jika dilihat dengan nilai indeks, sub faktor kinerja pengelola masih bisa dikembangkan lagi.

Aspek teknis IPAL Komunal Tegalsari mendapatkan nilai indeks 68% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek teknis IPAL Komunal Tegalsari yaitu sub faktor penambahan pengguna dengan nilai 40%. Tidak adanya penambahan pengguna IPAL Komunal Tegalsari disebabkan oleh kurangnya dana jika melakukan pembangunan Sambungan Rumah (SR) lagi. Perluasan wilayah dan penambahan pelanggan merupakan salah satu faktor yang menandakan terjadinya peningkatan pelayanan (Pratomo, 2022).

4.7.2. IPAL Komunal Pedalangan

Aspek ekonomi IPAL Komunal Pedalangan mendapatkan nilai indeks 69% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek ekonomi IPAL Komunal Pedalangan yaitu sub faktor keberadaan dana pengembangan dengan nilai 20%. Hal ini dikarenakan menurut hasil wawancara dengan pengelola IPAL Komunal tidak ada rencana untuk melakukan pengembangan IPAL Komunal, walaupun sebenarnya pendapatan iuran IPAL Komunal Pedalangan memiliki nilai *surplus*. Untuk mencapai keberlanjutan IPAL, perlu dilakukan pengembangan IPAL yang manfaatnya dapat dirasakan oleh pengelola dan pengguna (Prisanto, Yanuwadi, & Soemarmo, 2015).

Aspek lingkungan IPAL Komunal Pedalangan mendapatkan nilai indeks 75% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek lingkungan IPAL Komunal Pedalangan yaitu sub faktor pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R) dengan nilai 20%. Hal ini dikarenakan IPAL Komunal Pedalangan belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya. Adanya kekhawatiran akan intervensi manusia terhadap air, penyediaan air bersih yang tidak merata, dan pengelolaan air limbah domestik yang tidak tepat membuat proses pengolahan untuk penggunaan kembali air limbah domestik menjadi isu penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan air untuk konsumsi atau kegiatan pertanian (Shankhwar et al., 2015).

Aspek sosial IPAL Komunal Pedalangan mendapatkan nilai indeks 73% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek sosial IPAL Komunal Pedalangan yaitu sub faktor partisipasi masyarakat dengan nilai 60%. Partisipasi masyarakat IPAL Komunal Pedalangan dilakukan setiap 2 tahun sekali, yaitu ketika unit IPAL dilakukan

perawatan dan pengurusan. Partisipasi masyarakat akan terjadi jika pelaku atau pelaksana program di wilayahnya adalah orang-orang, organisasi atau lembaga yang dipercaya integritasnya dan jika program tersebut menyentuh inti masalah yang dirasakan dan dapat bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat (Sumastono, 2013).

Aspek lembaga IPAL Komunal Pedalangan mendapatkan nilai indeks 75% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek lembaga IPAL Komunal Pedalangan yaitu sub faktor kepuasan pengguna dengan nilai 69%. Kepuasan pengguna merupakan penilaian kepada pengelola IPAL Komunal dalam hal pelayanan yang telah diberikan oleh pengelola IPAL terhadap pengguna IPAL. Pengguna IPAL Komunal Pedalangan mayoritas sudah puas terhadap pelayanan IPAL Komunal Tegalsari. Akan tetapi jika dilihat dengan nilai indeks, sub faktor kepuasan pengguna masih bisa dikembangkan lagi.

Aspek teknis IPAL Komunal Pedalangan mendapatkan nilai indeks 53% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek teknis IPAL Komunal Pedalangan yaitu sub faktor penambahan pengguna, cakupan pelayanan, dan perawatan secara berkala dengan nilai 40%. Pengelola IPAL Komunal Pedalangan memang tidak merencanakan untuk melakukan penambahan pengguna IPAL. Oleh karena itu, cakupan pelayanan IPAL Komunal Pedalangan cukup kecil yaitu hanya 1 RT saja. Perluasan wilayah dan penambahan pelanggan merupakan salah satu faktor yang menandakan terjadinya peningkatan pelayanan (Pratomo, 2022). Dikarenakan cakupan pelayanan yang kecil sehingga tidak menimbulkan beban limbah yang begitu besar, maka perawatan unit pengolahan secara berkala dilakukan setiap 2 tahun sekali. Hasil penelitian yang dilakukan (Hidayat, 2016) menunjukkan bahwa selain aspek teknis partisipasi masyarakat dalam operasi dan perawatan juga mempengaruhi kinerja IPAL.

4.7.3. IPAL Komunal Podorejo

Aspek ekonomi IPAL Komunal Podorejo mendapatkan nilai indeks 60% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek ekonomi IPAL Komunal Podorejo yaitu sub faktor keberadaan dana pengembangan dengan nilai 20%. IPAL Komunal Podorejo tidak memiliki dana pengembangan, dikarenakan seluruh pendapatan digunakan untuk jasa perbaikan sumbatan di saluran sistem IPAL setiap 2 minggu sekali. Untuk mencapai keberlanjutan IPAL, perlu dilakukan pengembangan IPAL yang manfaatnya dapat dirasakan oleh pengelola dan pengguna (Prisanto, Yanuwiadi, & Soemarmo, 2015).

Aspek lingkungan IPAL Komunal Podorejo mendapatkan nilai indeks 65% yang artinya berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek lingkungan IPAL Komunal Podorejo yaitu sub faktor pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R) dengan nilai 20%. Hal

ini dikarenakan IPAL Komunal Podorejo belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya. Adanya kekhawatiran akan intervensi manusia terhadap air, penyediaan air bersih yang tidak merata, dan pengelolaan air limbah domestik yang tidak tepat membuat proses pengolahan untuk penggunaan kembali air limbah domestik menjadi isu penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan air untuk konsumsi atau kegiatan pertanian (Shankhwar et al., 2015).

Aspek sosial IPAL Komunal Podorejo mendapatkan nilai indeks 52% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek sosial IPAL Komunal Podorejo yaitu sub faktor partisipasi masyarakat dengan nilai 40%. Keterlibatan sosial IPAL Komunal Podorejo hanya pernah dilakukan sekali, yaitu ketika sosialisasi pembangunan IPAL Komunal. Partisipasi masyarakat akan terjadi jika pelaku atau pelaksana program di wilayahnya adalah orang-orang, organisasi atau lembaga yang dipercaya integritasnya dan jika program tersebut menyentuh inti masalah yang dirasakan dan dapat bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat (Sumastono, 2013).

Aspek lembaga IPAL Komunal Podorejo mendapatkan nilai indeks 71% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek lembaga IPAL Komunal Podorejo yaitu sub faktor kinerja pengelola dengan nilai 65%. Kinerja pengelola merupakan penilaian kepada pengelola IPAL Komunal dalam hal tingkat keaktifan pengelola melakukan kegiatan berupa perawatan, perbaikan, maupun penarikan iuran. Pengguna IPAL Komunal Podorejo sebenarnya mayoritas sudah puas dengan kinerja pengelola IPAL Komunal Podorejo. Akan tetapi jika dilihat dengan nilai indeks, sub faktor kinerja pengelola masih bisa dikembangkan lagi.

Aspek teknis IPAL Komunal Podorejo mendapatkan nilai indeks 60% yang artinya cukup berkelanjutan. Nilai indeks sub faktor yang terendah pada aspek teknis IPAL Komunal Podorejo yaitu sub faktor kinerja unit pengolahan dan kondisi sambungan IPAL dengan nilai 40%. Kinerja unit pengolahan IPAL Komunal Podorejo dalam kondisi unit pengolahan ada yang rusak dan mempengaruhi hasil pengolahan. Hal ini dikarenakan pada IPAL Komunal Podorejo, Sambungan Rumah (SR) bertambah cukup banyak namun tidak melakukan pengembangan kepada unit pengolahan IPAL Komunal, sehingga beban limbah yang diolah sudah melebihi kapasitas dari IPAL itu sendiri. Serta pengelola IPAL Komunal Podorejo baru mulai melakukan perawatan rutin setiap 1 tahun sekali yaitu dimulai tahun 2019, ketika pengelola digantikan oleh karang taruna setempat. Oleh karena itu pada saat ini, air hasil pengolahan IPAL tersebut berwarna hitam dan berbau. Hasil penelitian yang dilakukan (Hidayat, 2016) menunjukkan bahwa selain aspek teknis partisipasi masyarakat dalam operasi

dan perawatan juga mempengaruhi kinerja IPAL. Kondisi sambungan IPAL Komunal Podorejo dalam kondisi sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa tidak pernah terlepas. Hal tersebut membuat pengelola IPAL harus rajin mengatasi permasalahan tersebut, berdasarkan wawancara dengan pengelola IPAL Komunal Podorejo melakukan perbaikan sumbatan saluran pipa sistem IPAL Komunal setiap 2 minggu sekali. Perilaku masyarakat yang buruk seperti ditemukannya limbah padat atau sampah yang dibuang oleh masyarakat sekitar ke dalam pipa yang dapat menyebabkan tersumbatnya sistem IPAL (Illahi & Megawati, 2022).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini berdasarkan hasil penelitian dan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Instrumen yang dirumuskan dalam penelitian ini menggunakan kuesioner yang diberikan kepada pengelola dan pengguna yang sebelumnya telah divalidasi oleh dosen pembimbing tugas akhir.
2. IPAL Komunal Tegalsari memiliki nilai persentase indeks keberlanjutan aspek ekonomi 67%, aspek lingkungan 85%, aspek sosial 59%, aspek lembaga 78%, dan aspek teknis 68%. IPAL Komunal Pedalangan memiliki nilai persentase indeks keberlanjutan aspek ekonomi 69%, aspek lingkungan 75%, aspek sosial 73%, aspek lembaga 75%, dan aspek teknis 53%. IPAL Komunal Podorejo memiliki nilai persentase indeks keberlanjutan aspek ekonomi 60%, aspek lingkungan 65%, aspek sosial 52%, aspek lembaga 71%, dan aspek teknis 60%.
3. Nilai tingkat keberlanjutan IPAL Komunal Tegalsari, Pedalangan, dan Podorejo secara berurutan yaitu 71%, 69%, dan 62%.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu:

1. IPAL Komunal Tegalsari
 - a. Dapat menyisihkan pendapatan dari hasil iuran untuk dana pengembangan, agar rencana pengembangan yang telah direncanakan dapat terlaksana.
 - b. Dapat memanfaatkan air hasil olahan IPAL digunakan untuk kegiatan menyiram tanaman dan air kolam ikan. Masyarakat dapat diyakinkan dengan menggunakan bukti pengelola sudah pernah melakukan percobaan penggunaan air hasil olahan dan data kualitas air hasil olahan yang sudah memenuhi baku mutu lingkungan.
 - c. Dapat mengajak masyarakat agar berpartisipasi dalam mengelola IPAL Komunal, salah satu contohnya yaitu dengan melakukan penggelontoran secara rutin setiap minggu/hari.

- d. Dapat melakukan penambahan pengguna, dengan menyisihkan pendapatan dari hasil iuran untuk merealisasikan penambahan pengguna.

2. IPAL Komunal Pedalangan

- a. Dapat menyisihkan pendapatan dari hasil iuran untuk dana pengembangan, agar jika terdapat rencana pengembangan dapat langsung dilaksanakan.
- b. Dapat melakukan perawatan unit IPAL secara rutin dengan jangka waktu yang diperpendek, dikarenakan dengan selang waktu 2 tahun sekali ternyata terdapat parameter kualitas *effluent* yang tidak memenuhi baku mutu lingkungan yaitu parameter TSS.
- c. Dapat mengajak masyarakat agar berpartisipasi dalam mengelola IPAL Komunal, salah satu contohnya yaitu dengan melakukan penggelontoran secara rutin setiap minggu/hari.
- d. Dapat meningkatkan segi pelayanan agar pengguna IPAL Komunal merasa puas terhadap pelayanan yang telah dilakukan pengelola IPAL Komunal, dikarenakan masih ada beberapa yang merasa kurang puas terhadap pelayanan yang telah dilakukan.
- e. Dapat melakukan penambahan pengguna dan cakupan pelayanan, dikarenakan hal tersebut menandakan terjadinya peningkatan pelayanan IPAL Komunal.

3. IPAL Komunal Podorejo

- a. Dapat menyisihkan pendapatan dari hasil iuran untuk dana pengembangan, agar dapat melakukan pengembangan dikarenakan jumlah pengguna IPAL Komunal sudah cukup banyak.
- b. Dapat melakukan perawatan unit IPAL secara rutin dengan jangka waktu yang diperpendek, dikarenakan dengan bertambahnya jumlah beban limbah yang disebabkan oleh bertambahnya pengguna, perlu dilakukannya perawatan secara rutin dengan jangka waktu yang lebih cepat.
- c. Dapat mengajak masyarakat agar berpartisipasi dalam mengelola IPAL Komunal, salah satu contohnya yaitu dengan melakukan penggelontoran secara rutin setiap minggu/hari.
- d. Dapat meningkatkan kinerja pengelola dengan salah satu contoh sikapnya yaitu berani untuk tegas terhadap pengguna IPAL Komunal yang kurang tertib terhadap ketentuan yang telah disepakati oleh pengelola dan pengguna IPAL Komunal.

- e. Dapat melakukan pengembangan di bagian unit IPAL, dikarenakan beban yang telah diterima cukup besar dikarenakan bertambahnya pengguna yang cukup signifikan. Hal ini dapat dilihat dari parameter hasil kualitas *effluent* yang tidak memenuhi baku mutu yaitu BOD, COD, dan TSS. Selain itu juga dapat memperbaiki kondisi sambungan IPAL Komunal yang sudah rusak, dan juga dapat melakukan pengecekan rutin terhadap kondisi sambungan IPAL Komunal. Pengelola dapat melakukan edukasi kepada pengguna IPAL Komunal terkait perilaku atau kebiasaan pengguna IPAL Komunal yang buruk seperti ditemukannya limbah padat atau sampah yang dibuang oleh pengguna IPAL Komunal ke dalam pipa yang dapat menyebabkan tersumbatnya sistem IPAL Komunal.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Yelmida, Y., & Arjunita, A. (2011). Penyisihan Karbohidrat dari Limbah Cair PKS dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011*, C03–1.
- Aly, S. H., Hustim, M., & Palangda, D. (2015). Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Tallo Kotamadya Makassar. *Jurnal Tugas Akhir*, 1–12.
- Anwariani, D. (2019). *Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai*.
- Astika, A. U. W., Sudarno, & Zaman, B. (2017). Kajian Kinerja Bak Settler, Anaerobic Baffled Reactor (ABR), dan Anaerobic Filter (AF) pada Tiga Tipe IPAL di Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1).
- Bachmann, A., Beard, V. L., & Mccarty, P. L. (1985). Performance Characteristics of The Anaerobic Baffled Reactor. *Water Res*, 19(I), 99–106.
- Chen, K. H., Wang, H. C., Han, J. L., Liu, W. Z., Cheng, H. Y., Liang, B., & Wang, A. J. (2020). The application of footprints for assessing the sustainability of wastewater treatment plants: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277.
- Ekemeviane, D. R., Sudarno, & Andarani, P. (2016). Fluktuasi Konsentrasi TSS, COD, Nutrien Kinerja Tiga Tipe Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kota Semarang (Studi Kasus : IPAL MCK Gurame, IPAL Shallow Sewerage Banyumanik, IPAL Kombinasi Pedalangan). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- Fitria, Y., Ibrahim, B., & Desniar. (2008). Pembuatan pupuk organik cair dari limbah cair industri perikanan menggunakan asam asetat dan em4 (effective microorganism 4). *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 1(April), 23–26.
- Hafidh, R., Kartika, F., & Farahdiba, A. U. (2016). Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (Ipal) Berbasis Masyarakat, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 8(1), 46–55.
- Hastuti, E., Medawati, I., & Darwati, S. (2014). Study of Communal Biofilter Technology Application to comply the Standard of Domestic Wastewater Treatment Planning. *Jurnal Standardisasi*, 16(3), 205–214.
- Hidayat, P. (2016). *Kajian Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Sistem DEWATS (Desentralized Wastewater Treatment in Developing Countries)*. Universitas Gadjah Mada.
- Ihsan, M. F., Sudarno, & Oktiawan, W. (2017). Kajian Kualitas Air Sumur Gali untuk Wilayah Pedalangan yang Mempunyai IPAL Komunal. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1–10.
- Illahi, K. N., & Megawati, S. (2022). Evaluasi Program Instalasi Pengolahan Air Limbah Berbasis Masyarakat Di RT 06 Kelurahan Kroman, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik. *Publika*, 10(4), 1215–1226.
- Karyadi, L. (2010). Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. *Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta*.
- Kuriawan, M. W., Purwanto, P., & Sudarno, S. (2013). Strategi Pengelolaan Air Limbah Sentra UMKM Batik yang Berkelanjutan di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2), 62–72.
- Kurnianingtyas, E., Prasetya, A., & Yuliansyah, A. T. (2020). Kajian Kinerja Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal (Studi Kasus: IPAL Komunal Kalisong, Kelurahan Sembung, Kecamatan Tulungagung, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur). *MITL Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(1), 62–70.

- Liu, D. (2008). Bio-hydrogen Production by Dark Fermentation from Organic Wastes and Residues. *Disertation, Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, 2*.
- Lubis, L., Wahyudi, A., & Arieffiani, D. (2021). The Management of Sustainable Communal IPAL in Simokerto Sub-District, Surabaya. *International Journal of ASRO, 12*(1), 1–5.
- Lumunon, E. I., Riogilang, H., & Supit, C. J. (2021). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Kiniar Di Kota Tondano. *TEKNO, 19*(77), 67–76.
- Maliga, I., Asdak, C., & Winata, E. Y. (2021). Analisis Keberlanjutan Pengendalian Pencemaran Air Limbah Domestik Menggunakan Constructed Wetlands Teknik Surface Flow (SF). *JURNAL SUMBER DAYA AIR, 17*(1), 13–24.
- Massoud, M. A., Tareen, J., Tarhini, A., Nasr, J., & Jurdi, M. (2010). Effectiveness of wastewater management in rural areas of developing countries: A case of Al-Chouf Caza in Lebanon. *Environmental Monitoring and Assessment, 161*(1–4), 61–69.
- Morel, A., & others. (2006). *Greywater management in low and middle-income countries* (Issue 628.2 G842g). Dubenforf, CH: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik, 4*(3), 211–223.
- Nilandita, W., Pribadi, A., Nengse, S., Auvaria, S. W., & Nurmaningsih, D. R. (2019). Studi Keberlanjutan IPAL Komunal di Kota Surabaya (Studi Kasus di RT 02 RW 12 Kelurahan Bendul Merisi Kota Surabaya). *Jurnal Teknik Lingkungan, 4*(2), 46–54. www.al-ard.uinsby.ac.id
- Ogejo, J. A., Wen, Z., Ignosh, J., Bendfeldt, E., & Jr., E. R. C. (2009). *Biomethane Technology*. www.ext.vt.edu
- Parkinson, J., & Tayler, K. (2003). Decentralized wastewater management in peri-urban areas in low-income countries. *Environment & Urbanization, 15*(1), 75–90.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024, (2020).
- Permen, L. H. K. No. 68 Tahun 2016, 2016. *Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. *Portal Satu Data Indonesia Tingkat Kota Semarang*. (2022). Dinas Komunikasi, Informatika, Statistik Dan Persandian Kota Semarang. <https://data.semarangkota.go.id/>
- Pratomo, B. H. (2022). *Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Margasari Balikpapan*. Universitas Islam Indonesia.
- Prisanto, D. E., Yanuwadi, B., & Soemarmo. (2015). Studi Pengelolaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Domestik Komunal di Kota Blitar, Jawa Timur. *J-PAL, 6*(1), 74–80.
- Prisanto, D. E., Yanuwadi, B., & Soemarno. (2015). Studi Pengelolaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Domestik Komunal di Kota Blitar, Jawa Timur. *J-PAL, 6*(1), 74–80.
- Purwohedhi, U., Rizan, M., Prabumenang, A. K. R., & Memon, M. (2018). Infrastructure Impact and Sustainability: The Case of Public Sanitation Facility in Indonesia. *Journal If Economics and Sustainable Development, 8*(18), 91–100.
- Quraini, N., Busyairi, M., & Adnan, F. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang. *Jurnal Teknologi Lingkungan, 6*(1), 10–20.
- Rusli, S. R., & Triputera, O. (Eds.). (2016). *Perwujudan Ketahanan Air, Pangan dan Energi dalam Rangka Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat dan Kemandirian Ekonomi*. In *Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air 2016*. Jurusan Teknik Sipil Itenas Bandung.

- Sani, E. Y. (2006). Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat Dan Aerob. *Tesis*, 1–54. <https://media.neliti.com/media/publications/145225-ID-analisis-kualitatif-kandungan-formalin-p.pdf>
- Saputri, D., Marendra, F., Prasetya, A., & Yuliansyah, A. T. (2021). The Sustainability Assessment of Communal Waste Water Treatment Plant (WWTP) in Indonesia: Case Studi Communal WWTP in Sleman Regency, Yogyakarta, Indonesia. *Konversi*, 10(2), 65–72.
- Sasse, L. (1998). *DEWATS: Decentralised wastewater treatment in developing countries*. BORDA, Bremen Overseas Research and Development Association.
- Shankhwar, A. K., Ramola, S., Mishra, T., & Srivastava, R. K. (2015). Grey water pollutant loads in residential colony and its economic management. *Renewables: Wind, Water, and Solar*, 2(1).
- Sumastono, A. A. (2013). *Partisipasi Masyarakat dalam Pemanfaatan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kumonal Kelurahan Paccerakkang Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar*. UIN Alauddin Makassar.
- Susanto, Y. K., & Tarigan, J. (2013). Pengaruh Pengungkapan Sustainability Report terhadap Profitabilitas Perusahaan. *Bussiness Accounting Review*, 1.
- Tahhiyah, G. N. (2017). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT Indolakto Pandaan, Pasuruan Jawa Timur. *Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Brawijaya. Malang*, 11(1), 92–105.
- Widya Rochmah, K., Damris, & Rosyani. (2021). Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Danau Kerinci. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 4(1), 74–84.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Kuesioner untuk pengguna IPAL

Selamat pagi/siang/malam Bapak/Ibu semua.

Perkenalkan, saya Prana Sukma Ragawidya Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia (UII). Saat ini, saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir saya dengan judul “Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Menggunakan Metode *Sustainability Index* (Studi Kasus: IPAL Komunal Tegalsari Kecamatan Candisari, IPAL Komunal Pedalangan Kecamatan Banyumanik, dan IPAL Komunal Podorejo Kecamatan Ngaliyan)” sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.

Diharapkan jawaban yang Bapak/Ibu berikan sesuai dengan pendapat dan kondisi sebenarnya. Karena pendapat, data, dan informasi yang Bapak/Ibu berikan hanya akan digunakan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini dan tidak akan dipergunakan untuk maksud-maksud lainnya.

Kuesioner dapat diisi dengan memberikan tanda silang pada jawaban yang menurut Bapak/Ibu benar.

Atas kesediaan dan partisipasi Bapak/Ibu memberikan informasi serta meluangkan waktunya saya ucapkan terima kasih.

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Nama	
2	Alamat	
3	Umur	
4	Pekerjaan	
5	Nomor HP	
6	Jumlah anggota keluarga dalam 1 rumah	
7	Apakah anda berlangganan IPAL?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
8	Berapakah iuran IPAL yang telah dilakukan per bulannya?	<input type="checkbox"/> < Rp 5.000 <input type="checkbox"/> Rp 6.000 – Rp 10.000 <input type="checkbox"/> Rp 11.000 – Rp 25.000 <input type="checkbox"/> Rp 26.000 – Rp 50.000 <input type="checkbox"/> > Rp 50.000
9	Apakah iuran yang dilakukan cukup terjangkau?	<input type="checkbox"/> Sangat murah <input type="checkbox"/> Murah <input type="checkbox"/> Sedang <input type="checkbox"/> Mahal <input type="checkbox"/> Sangat mahal
10	Apakah ada kegiatan rutin yang dilakukan untuk membantu dalam mengelola IPAL bersama? (Contoh: Penyuluhan tentang	<input type="checkbox"/> Setiap < 6 bulan sekali <input type="checkbox"/> Setiap 6 – 12 bulan sekali <input type="checkbox"/> Setiap > 1 tahun sekali <input type="checkbox"/> Sekali

	IPAL, penggelontoran saluran air menggunakan air panas)	<input type="checkbox"/> Tidak ada
11	Apakah dengan kondisi IPAL saat ini mengganggu aktivitas di tempat saudara? (Contoh: Kerja bakti memperbaiki pipa saluran IPAL)	<input type="checkbox"/> Tidak mengganggu <input type="checkbox"/> Kadang mengganggu <input type="checkbox"/> Cukup mengganggu <input type="checkbox"/> Mengganggu <input type="checkbox"/> Sangat mengganggu
12	Apakah saudara memahami fungsi adanya IPAL?	<input type="checkbox"/> Paham fungsi IPAL dan proses pengolahannya <input type="checkbox"/> Paham fungsi IPAL tetapi tidak mengetahui proses pengolahannya <input type="checkbox"/> Cukup paham fungsi IPAL secara umum <input type="checkbox"/> Tidak paham fungsi IPAL tetapi ingin memahami <input type="checkbox"/> Tidak paham fungsi IPAL
13	Apakah saudara berkenan mengikuti kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh pihak IPAL? (Contoh: Kerja bakti memperbaiki pipa saluran IPAL)	<input type="checkbox"/> Sangat berkenan <input type="checkbox"/> Berkenan <input type="checkbox"/> Cukup berkenan <input type="checkbox"/> Kurang berkenan <input type="checkbox"/> Tidak berkenan
14	Apakah saudara puas dengan kinerja pengelola/petugas IPAL?	<input type="checkbox"/> Sangat puas <input type="checkbox"/> Puas <input type="checkbox"/> Cukup puas <input type="checkbox"/> Kurang puas <input type="checkbox"/> Tidak puas
15	Apakah saudara puas dengan pelayanan IPAL selama ini?	<input type="checkbox"/> Sangat puas <input type="checkbox"/> Puas <input type="checkbox"/> Cukup puas <input type="checkbox"/> Kurang puas <input type="checkbox"/> Tidak puas
16	Bagaimana respon pengelola/petugas IPAL dalam menghadapi pengaduan?	<input type="checkbox"/> Sangat tanggap <input type="checkbox"/> Tanggap <input type="checkbox"/> Cukup tanggap <input type="checkbox"/> Kurang tanggap <input type="checkbox"/> Tidak tanggap

LAMPIRAN 2. Kuesioner untuk pengelola IPAL

Selamat pagi/siang/malam Bapak/Ibu semua.

Perkenalkan, saya Prana Sukma Ragawidya Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia (UII). Saat ini, saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir saya dengan judul “Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Menggunakan Metode *Sustainability Index* (Studi Kasus: IPAL Komunal Tegalsari Kecamatan Candisari, IPAL Komunal Pedalangan Kecamatan Banyumanik, dan IPAL Komunal Podorejo Kecamatan Ngaliyan)” sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.

Diharapkan jawaban yang Bapak/Ibu berikan sesuai dengan pendapat dan kondisi sebenarnya. Karena pendapat, data, dan informasi yang Bapak/Ibu berikan hanya akan digunakan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini dan tidak akan dipergunakan untuk maksud-maksud lainnya.

Kuesioner dapat diisi dengan memberikan tanda silang pada jawaban yang menurut Bapak/Ibu benar.

Atas kesediaan dan partisipasi Bapak/Ibu memberikan informasi serta meluangkan waktunya saya ucapkan terima kasih.

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Nama	
2	Jabatan	
3	Instansi	
4	Nomor HP	
5	Pernah mendapatkan pelatihan terkait pengelolaan IPAL?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
6	Jika menjawab Ya, pelatihan diberikan berapa kali?	<input type="checkbox"/> Setiap 3 Bulan Sekali <input type="checkbox"/> Setiap 6 Bulan Sekali <input type="checkbox"/> Setiap 1 Tahun Sekali <input type="checkbox"/> Sekali
7	Apakah terdapat dana khusus yang digunakan untuk pengembangan kedepan?	<input type="checkbox"/> Ada dana pengembangan dan cukup untuk pengembangan 1 tahun kedepan yang sudah direncanakan <input type="checkbox"/> Tidak ada dana pengembangan dan tidak ada rencana untuk pengembangan <input type="checkbox"/> Ada dana pengembangan dan cukup untuk pengembangan 2 tahun kedepan yang sudah direncanakan <input type="checkbox"/> Ada dana pengembangan dan cukup untuk pengembangan 5 tahun kedepan yang sudah direncanakan <input type="checkbox"/> Tidak ada dana pengembangan tetapi ada rencana untuk pengembangan
8	Apakah terdapat usaha pengolahan 3R (Reduce, Reuse, dan Recycle) pada hasil pengolahan IPAL?	<input type="checkbox"/> Belum ada usaha 3R tetapi sudah ada rencana untuk melakukannya <input type="checkbox"/> Sudah ada usaha 3R dan sudah dimanfaatkan untuk 1 kegiatan

		<input type="checkbox"/> Belum ada usaha 3R dan belum ada rencana untuk melakukannya <input type="checkbox"/> Sudah ada usaha 3R tetapi belum dimanfaatkan <input type="checkbox"/> Sudah ada usaha 3R dan sudah dimanfaatkan lebih dari 1 kegiatan
9	Apakah ada sumber energi lain yang digunakan selain energi listrik?	<input type="checkbox"/> Tidak ada dan belum ada rencana menggunakan sumber energi lain <input type="checkbox"/> Sudah ada dan sudah digunakan <input type="checkbox"/> Tidak ada tetapi ada rencana menggunakan sumber energi lain kedepannya <input type="checkbox"/> Belum ada tetapi sudah ada rencana menggunakan sumber energi lain yang tinggal direalisasikan <input type="checkbox"/> Sudah ada tetapi belum digunakan
10	Bagaimana kondisi unit pengolahan IPAL?	<input type="checkbox"/> Kondisi unit lengkap dan berfungsi sehingga hasil pengolahan memenuhi baku mutu1 <input type="checkbox"/> Kondisi unit pengolahan ada yang rusak dan mempengaruhi hasil pengolahan <input type="checkbox"/> Kondisi unit pengolahan ada yang rusak tetapi tidak mempengaruhi hasil pengolahan <input type="checkbox"/> Kondisi unit pengolahan tidak berfungsi dan mempengaruhi hasil pengolahan <input type="checkbox"/> Kondisi unit pengolahan kurang lengkap tetapi hasil pengolahan memenuhi baku mutu
11	Bagaimana kondisi kinerja IPAL?	<input type="checkbox"/> Terdapat bau sesekali, saluran sesekali tersumbat, dan pipa sesekali terlepas <input type="checkbox"/> Sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa sesekali terlepas <input type="checkbox"/> Tidak ada bau, saluran sesekali tersumbat, dan pipa sesekali terlepas <input type="checkbox"/> Sering terdapat bau, saluran sering tersumbat, dan pipa sering terlepas <input type="checkbox"/> Tidak ada bau, saluran sesekali tersumbat, dan pipa sesekali terlepas

LAMPIRAN 3. Rekapitulasi Perhitungan IPAL Komunal Tegalsari

Aspek	Faktor	Sub-faktor	Rating Scale					R	Jumlah Nilai	Jumlah Nilai Maks	Indeks Sub Faktor	Indeks Faktor	Indeks Aspek	Indeks Total
			1	2	3	4	5							
Ekonomi	Iuran	Keberadaan iuran masyarakat	0	0	0	1	0	1	4	5	80%	74%	67%	71%
		Keterjangkauan iuran	0	0	27	13	1	41	138	205	67%			
	Biaya Operasional	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, pemeliharaan, dan pengembangan	0	0	0	1	0	1	4	5	80%	60%		
		Keberadaan dana pengembangan	0	1	0	0	0	1	2	5	40%			
Lingkungan	Teknologi Pengolahan	Ketaatan pada Baku Mutu Lingkungan (BML)	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	70%	85%	71%
		Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	0	1	0	0	0	1	2	5	40%			
	Energi	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	100%		
Sosial	Keterlibatan Sosial	Partisipasi masyarakat	0	1	0	0	0	1	2	5	40%	40%	59%	71%
	Kesadaran Sosial	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kegiatan sosial	0	0	0	1	40	41	204	205	100%	78%		
		Pemahaman fungsi IPAL	1	1	24	10	5	41	140	205	68%			
		Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	8	0	6	26	1	41	135	205	66%			

Lembaga	Kepengelolaan IPAL	Keberadaan struktur pengelolaan	0	0	0	1	0	1	4	5	80%	78%	78%
		Kinerja pengelola	0	1	9	28	3	41	156	295	76%		
	Kepuasan pengguna	Kepuasan pengguna	0	1	8	29	3	41	157	205	77%	78%	
		Tanggap menghadapi pengaduan	0	0	7	29	5	41	162	205	79%		
Teknis	Desain dan penerapan infastruktur distribusi	Kinerja unit pengolahan	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	75%	68%
		Kondisi sambungan IPAL	0	0	0	1	0	1	4	5	80%		
		Penambahan pengguna	0	1	0	0	0	1	2	5	40%		
		Cakupan pelayanan	0	0	0	1	0	1	4	5	80%		
	Perawatan Teknologi	Perawatan secara berkala	0	0	1	0	0	1	3	5	60%	60%	

LAMPIRAN 4. Rekapitulasi Perhitungan IPAL Komunal Pedalangan

Aspek	Faktor	Sub-faktor	Rating Scale					R	Jumlah Nilai	Jumlah Nilai Maks	Indeks Sub Faktor	Indeks Faktor	Indeks Aspek	Indeks Total
			1	2	3	4	5							
Ekonomi	Iuran	Keberadaan iuran masyarakat	0	0	0	1	0	1	4	5	80%	77%	69%	70%
		Keterjangkauan iuran	0	0	11	11	4	26	97	130	75%			
	Biaya Operasional	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, pemeliharaan, dan pengembangan	0	0	0	0	1	1	1	5	100%	60%		
		Keberadaan dana pengembangan	1	0	0	0	0	1	1	5	20%			
Lingkungan	Teknologi Pengolahan	Ketaatan pada Baku Mutu Lingkungan (BML)	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	60%		
		Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	1	0	0	0	0	1	1	5	20%		80%	
	Energi	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	100%		
Sosial	Keterlibatan Sosial	Partisipasi masyarakat	0	0	1	0	0	1	3	5	60%	60%		73%
	Kesadaran Sosial	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kegiatan sosial	0	0	0	1	25	26	129	130	99%	85%		
		Pemahaman fungsi IPAL	1	0	12	1	12	26	101	130	78%			
		Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	0	2	1	20	3	26	102	130	78%			

Lembaga	Kepengelolaan IPAL	Keberadaan struktur pengelolaan	0	0	0	1	0	1	4	5	80%	77%	75%
		Kinerja pengelola	0	1	9	14	2	26	95	130	73%		
	Kepuasan pengguna	Kepuasan pengguna	0	1	14	9	2	26	90	130	69%	73%	
		Tanggap menghadapi pengaduan	1	0	6	14	5	26	100	130	77%		
Teknis	Desain dan penerapan infastruktur distribusi	Kinerja unit pengolahan	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	65%	53%
		Kondisi sambungan IPAL	0	0	0	1	0	1	4	5	80%		
		Penambahan pengguna	0	1	0	0	0	1	2	5	40%		
		Cakupan pelayanan	0	1	0	0	0	1	2	5	40%		
	Perawatan Teknologi	Perawatan secara berkala	0	1	0	0	0	1	2	5	40%	40%	

LAMPIRAN 5. Rekapitulasi Perhitungan IPAL Komunal Podorejo

Aspek	Faktor	Sub-faktor	Rating Scale					R	Jumlah Nilai	Jumlah Nilai Maks	Indeks Sub Faktor	Indeks Faktor	Indeks Aspek	Indeks Total
			1	2	3	4	5							
Ekonomi	Iuran	Keberadaan iuran masyarakat	0	0	0	1	0	1	4	5	80%	80%	60%	65%
		Keterjangkauan iuran	0	0	2	60	1	63	251	315	80%			
	Biaya Operasional	Kesesuaian iuran dengan biaya operasional, pemeliharaan, dan pengembangan	0	0	1	0	0	1	3	5	60%	40%		
		Keberadaan dana pengembangan	1	0	0	0	0	1	1	5	20%			
Lingkungan	Teknologi Pengolahan	Ketaatan pada Baku Mutu Lingkungan (BML)	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	60%	80%	65%
		Pemanfaatan hasil pengolahan (konsep 3R)	1	0	0	0	0	1	1	5	20%			
	Energi	Penggunaan energi listrik dalam pengolahan	0	0	0	0	1	1	5	5	100%	100%		
Sosial	Keterlibatan Sosial	Partisipasi masyarakat	0	1	0	0	0	1	2	5	40%	40%	52%	65%
	Kesadaran Sosial	Pengaruh kondisi IPAL terhadap kegiatan sosial	0	0	5	51	7	63	254	315	81%	64%		
		Pemahaman fungsi IPAL	16	18	13	11	5	63	160	315	51%			
		Keinginan berkontribusi terhadap IPAL	4	11	28	16	4	63	194	315	62%			

Lembaga	Kepengelolaan IPAL	Keberadaan struktur pengelolaan	0	0	0	1	0	1	4	5	80%	73%	71%
		Kinerja pengelola	5	9	20	23	6	63	205	315	65%		
	Kepuasan pengguna	Kepuasan pengguna	2	7	25	22	7	63	228	315	68%	70%	
		Tanggap menghadapi pengaduan	1	11	13	24	14	63	228	315	72%		
Teknis	Desain dan penerapan infastruktur distribusi	Kinerja unit pengolahan	0	1	0	0	0	1	2	5	40%	60%	60%
		Kondisi sambungan IPAL	0	1	0	0	0	1	2	5	40%		
		Penambahan pengguna	0	0	0	0	1	1	5	5	100%		
		Cakupan pelayanan	0	0	1	0	0	1	3	5	60%		
	Perawatan Teknologi	Perawatan secara berkala	0	0	1	0	0	1	3	5	60%	60%	



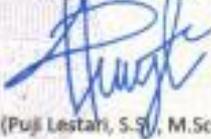
AP.024.475.02.23

HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	HASIL UJI	Metode Uji
			AP.044	
A. Parameter Kimiawi				
1	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	28,0 ± 0,80	SNI 6989.3-2019
2	BOD ₅	mg/L	16,0 ± 0,60	SNI 6989.72-2009
3	COD	mg/L	55,0 ± 1,91	SNI 6989.2-2019



Yogyakarta, 13 Februari 2023
Kepala Laboratorium


(Puji Lestari, S.S., M.Sc., Ph.D.)

VALUES | INNOVATION | PERFECTION



www.environment.uil.ac.id



Email: envirolab@uil.ac.id



Telp. (0274) 896440 ext: 3223; HP: 0812 2274 2234



AP.024.476.02.23

HASIL PENGUJIAN

No.	Parameter	Satuan	HASIL UJI	Metode Uji
			AP.045	
A. Parameter Kimiawi				
1	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	72,0 ± 2,06	SNI 6989.3:2019
2	BOD ₅	mg/L	30,4 ± 1,18	SNI 6989.72-2009
3	COD	mg/L	104 ± 2,20	SNI 6989.2-2019



Yogyakarta, 13 Februari 2023
Kepala Laboratorium

(Puji Lestari, S.T., M.Sc., Ph.D.)

trial 4 dari 8

VALUES | INNOVATION | PERFECTION



www.environment.uii.ac.id



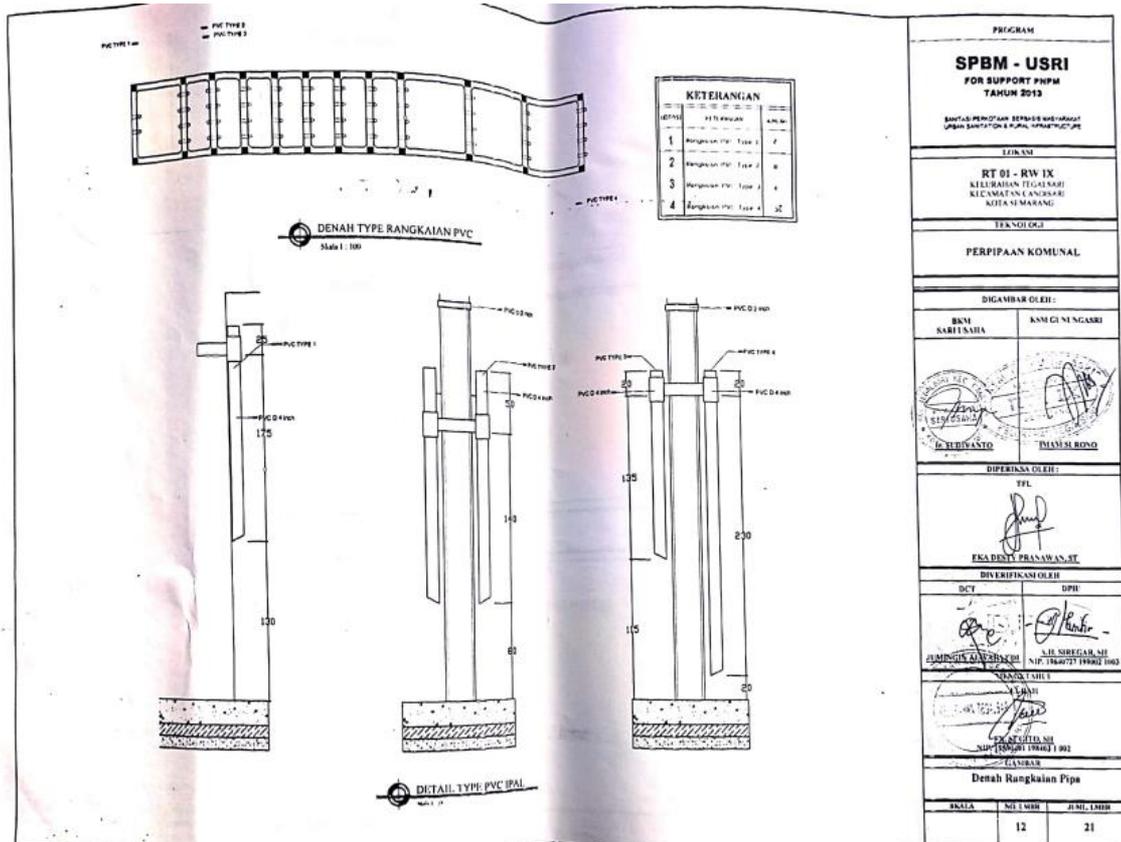
Email: enviro@lab@uui.ac.id



Telp. (0274) 896440 ext.: 3223; HP: 0812.2774.2234

LAMPIRAN 7. Data IPAL

1. IPAL Komunal Tegalsari





KELOMPOK PEMANFAAT DAN PEMELIHARA SANIMAS – USRI

KPP. GUNUNG ASRI

RW.IX KELURAHAN TEGALSARI

Sekretariat: Balai POSYANDU RW.IX Kel. Tegalsari, Kec.Candisari, Kota Semarang 50251

Telp. +62 24 8410962 HP. 0813 2668 1440

Surel: kpp.gunungasri@gmail.com, Laman: gunungasri.wordpress.com

SUSUNAN PENGURUS
KPP GUNUNG ASRI I RW.09 KELURAHAN TEGALSARI
KEC. CANDISARI KOTA SEMARANG

A. Dewan Pembina

Penasehat

1. Lurah Tegalsari
2. Ketua RW.IX Kelurahan Tegalsari

Pembina/Pengawas

1. Imam Surono
2. Supadi

B. Pengurus Harian

Ketua : Lucito

Sekretaris : Suwardi

Bendahara : Slamet Riyadi

Seksi-seksi

Teknis / perawatan :

1. Wahyu
2. Slamet
3. Sutrisno

Kampanye/Sosialisasi :

1. Indarsih
2. Rosa
3. Suryanto

LAPORAN KEUANGAN KAS
KPP GUNUNG ASRI RW 09
Thn. 2022

Tanggal	Uraian	RT	Pemasukan	Jml		Saldo
				Pemasukan	Pengeluaran	
	Saldo tahun 2021					12.419.000
02/02/2022	Tali kash penarikan (PAL)				1.100.000	11.319.000
07/02/2022	Untuk iuran RW 09				500.000	10.819.000
19/02/2022	Kuras WC				2.100.000	8.719.000
25/02/2022	Iuran Anggota	02	300.000			
30/02/2022		01	190.000			
		04	50.000			
		05	110.000			
				690.000		9.409.000
22/02/2022	Beli spasi fabel Proff				40.000	9.369.000
25/02/2022	Iuran anggota	02	250.000			
		04	80.000			
		05	100.000			
		01	190.000			
				620.000		9.989.000
21/03/2022	Untuk perbaikan Pipa samping Bo.Toni Rt.02				150.000	9.839.000
26/03/2022	Iuran Anggota	01	190.000			
		02	280.000			
		04	100.000			
		05	110.000			
				680.000		10.519.000
23/04/2022	Belanja Sembako Lebaran				2.100.000	8.419.000
24/04/2022	Beli Material pelur depan rumah Bp. Didit Rt.05				150.000	8.269.000
26/04/2022	Iuran Anggota	01	250.000			
		04	100.000			
		05	210.000			
				560.000		8.829.000
21/05/2022	Untuk iuran RW				100.000	8.729.000
21/05/2022	Untuk bantuan RT 05				500.000	
28/05/2022	Iuran Anggota	01	380.000			
		02	260.000			
		04	100.000			
		05	290.000			
				1.030.000		9.259.000

الجمعية الإسلامية الأندلسية

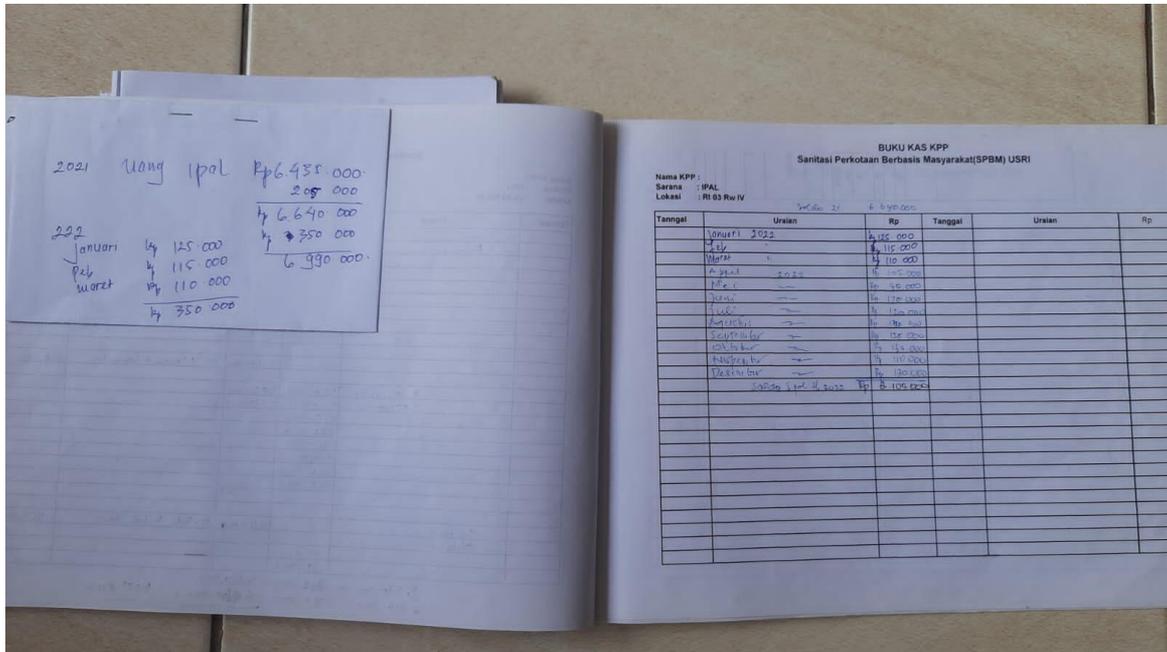
Uraian	RT	Pemasukan	Jml		Saldo
			Pemasukan	Pengeluaran	
2022 Untuk Baru Rt 01				500.000	8.759.000
20/06/2022 Untuk Pergecetan IPAL				500.000	8.259.000
20/06/2022 Untuk Beli Material pembenahan di samping Bu Yani Rt 01				375.000	7.884.000
30/06/2022 Iuran Anggota	02 04+05	250.000 240.000	490.000		8.374.000
24/07/2022 Iuran Anggota	01 04 05	380.000 100.000 80.000	560.000		8.934.000
24/08/2022 Iuran Anggota	02 04 05	500.000 80.000 150.000	730.000		9.664.000
22/09/2022 Dikeluarkan untuk perbaikan Jalur Bu Yani dan Bp Sugeng Rt 01				530.000	9.134.000
28/09/2022 Iuran Anggota	02 04+05	250.000 240.000	490.000		9.624.000
25/10/2022 Iuran Anggota	02 04 05	300.000 110.000 90.000	500.000		10.124.000
19/11/2022 Iuran Anggota	01 02 04 05	750.000 240.000 90.000 100.000	1.180.000		11.304.000
25/12/2022 Iuran Anggota	01 02 04 05	100.000 250.000 120.000 180.000	650.000		11.954.000
SALDO AKHIR THN 2021					11.954.000
Saldo Akhir thn 2021		12.419.000			
Pendapatan thn 2022		8.180.000			
		20.599.000			
Pengeluaran th 2022		8.645.000			
Jedl Saldo Akhir thn 2022		11.954.000			

2. IPAL Komunal Pedalangan

SUSUNAN KEPENGURUSAN PERAWATAN IPAL DI RT3 RW IV

NO	NAMA	JABATAN	ALAMAT
1	H. WAHYONO, ST., MT	KETUA	JL. MULAWARMAN II, 27d
2	YONI FITRIANTO NUR HUDA, SST., MM	SEKRETARIS	JL. MULAWARMAN II, 27d
3	H. NURYADI	BENDAHARA	JL. MULAWARMAN II, 29d
4	ABDUL KHOLIQ	ANGGOTA	JL. MULAWARMAN II, 31d
5	H. SUTKNO	ANGGOTA	JL. MULAWARMAN II, 29c
6	SLAMET	ANGGOTA	JL. MULAWARMAN II, 31c
7	H. SARJONO, SH	ANGGOTA	JL. MULAWARMAN II, 9 c
10	EDY SUPRIYANTO, AMD	ANGGOTA	JL. MULAWARMAN II, 27c

LURAH PEDALANGAN



LAMPIRAN 8. Dokumentasi



Kondisi Perumahan di sekitar IPAL Komunal Tegalsari



Perawatan secara berkala dengan unit IPAL Komunal Tegalsari



Pengambilan sampel air *effluent* IPAL
Komunal Tegalsari



Pengecekan parameter lapangan *effluent*
IPAL Komunal Tegalsari



Pengecekan parameter lapangan *effluent*
IPAL Komunal Podorejo